АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСОВЕДЕНИЯ

А. А. МОЛЧАНОВ

ОПТИМАЛЬНАЯ ЛЕСИСТОСТЬ

(НА ПРИМЕРЕ ЦЧР)

55/828

ВОЛОГОДСКАЯ
ОБЛАСТНАЯ
БИБЛИОТЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва 1966

УДК 634.956

634.90

Ответственный редактор
Н. Е. КАБАНОВ

4—5
1102—66

ВВЕДЕНИЕ

Еще в 1918 г. в законе о лесах, подписанном В. И. Лениным, указывалось на необходимость определения нормы лесистости для каждой отдельной части Советской республики. Этим законом перед местными органами Советской власти ставилась задача увеличения площади лесов в целях достижения нормы.

Прошло много лет, но этот важнейший наказ В. И. Ленина выполнен лишь частично. В наши дни понятие оптимальной лесистости начинает приобретать конкретность. Сейчас разрабатывают программы и методы ее установления и появляется ряд публикаций, посвященных этому вопросу. Если не считать определения лесистости по укрупненным показателям для отдельных зон, конкретного всестороннего ее обоснования ни для одной части Советского Союза до сих пор еще нет. Причина столь затянувшегося выполнения закона 1918 г. — сложность решения общей задачи, поскольку лесистость зависит не от одного фактора, а от совокупности их. Она связана с различными областями народного хозяйства. Лес оказывает влияние на их развитие точно так же, как и смежные области влияют на лес.

Особенно велико влияние леса на сельское хозяйство, гидрологический режим территории, водоснабжение, водность рек, их состояние. Леса накапливают воду, закрепляют почву, создают оптимальный водный баланс, повышают урожай сельскохозяйственных культур. В суровых природных условиях они гораздо лучше, чем поля, удерживают влагу в почве, а в процессе снеготаяния способствуют проникновению воды в грунт, а затем в реки. Благодаря лесам талая и дождевая вода стекает медленно, не размывая и не разрушая почвы. Леса препятствуют падению уровня грунтовых вод и, наконец, ослабляют пыльные бури.

Положительное влияние леса на урожай сельскохозяйственных культур сомнения не вызывает, однако использование в этой роли лесов еще весьма недостаточно. Некоторые колхозы и совхозы недооценивают лесоразведение.

Надо иметь в виду, что в различных районах оптимальную лесистость определяют не одни и те же природные и экономические факторы.

На севере СССР экономика и впредь будет развиваться на базе лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесохимической промышленности, сельского хозяйства и животноводства [1].

Здесь оптимальный процент лесистости будет тесно связан с запросами этих основных отраслей промышленности. Площади лесов расширятся за счет болот, а сельскохозяйственных земель — за счет лучших почв, занятых лесом.

ЗНАЧЕНИЕ ЛЕСА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В настоящее время древесина мало употребляется на топливо, тем более, что при современном состоянии техники она, и вообще клетчатка, может быть превращена в кормовые и другие пищевые продукты. В перспективе продукты химической переработки лесной растительности будут иметь неограниченное применение. Однако пока почти не используется листва, мелкие и крупные ветки, кора, недостаточно расходуется и ствол.

В результате хищнического использования леса в дореволюционной России резко изменились гидрологические условия многих водосборных бассейнов. То же происходит еще и сейчас в странах капитала. Примером могут служить катастрофические ливневые паводки в США, сопровождающиеся массовым разрушением гидротехнических сооружений. Бывший президент США Джон Кеннеди заявлял, что проблема воды станет в США проблемой № 1. Обследование 11 тыс. колодцев в центральных штатах США показало, что уровень воды в них за 40 лет от начала вырубки лесов снизился на 3—4 *м*.

Сравнение существующей гидрографической сети в нашей стране с приведенной в «Книге большому чертежу» (конец XVI в.) показало большое сокращение русел рек. Только за последние 60—70 лет верховья Северского Донца отступили на 20 *км*, а Сейма за 20 лет — на 13 *км*.

Эти данные касаются средних рек. Вместе с тем в лесостепной и степной зонах наибольшее количество рек имеет площадь водосборных бассейнов до 10 *км*^{2}, т. е. являются малыми.

[1] Известно, что уже сейчас в СССР земледелие продвинулось далеко на север — вплоть до полярного круга и даже выше его.

В СССР 150 тыс. рек, из них самые малые, с площадью водосборов до 25 *км*^{2}, составляют 84% общего количества рек, с площадью водосборов 25—100 *км*^{2} — 13,7% и с площадью водосборов в пределах 101—500 *км*^{2} — лишь 2,2%; питание средних и больших рек определяется водностью малых водосборов. Поэтому основное внимание должно быть обращено на гидрологический режим малых водотоков.

В целях улучшения водности рек и водного режима почвы необходимо рациональное размещение лесов на водосборах. Изучение оптимального размещения лесов начато Лабораторией лесоведения в Центрально-Черноземном районе, поскольку здесь была изучена водоохранная и почвозащитная роль лесов. Это изучение осуществлялось с учетом физико-географических и экономических факторов, причем особое внимание уделялось почвозащитной и климаторегулирующей роли леса, направленной на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, улучшение водного режима рек и регулирование их стока.

Первый отчет, входящий в разработку научных основ территориального размещения лесов и установления оптимальной лесистости, нами озаглавлен «Определение оптимальной лесистости в Центрально-Черноземном экономическом районе», где разнообразие физико-географических и экономических факторов привело к размещению лесов главным образом в зависимости от степени эродированности сельскохозяйственных площадей и их производительности. В этой же связи нами осуществлялась и разработка нормативов запретных полос вдоль рек водохранилищ, железных и шоссейных дорог и норм лесистости для Центрально-Черноземного района.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛЕСИСТОСТИ

Для достижения высокой продуктивности растительности и создания здоровой обстановки для творческого труда людей необходимо рациональное размещение лесов по территории, соответствующее распределение их площадей между сельским и лесным хозяйством вне городских поселений и обеспечение промышленных и городских центров достаточными площадями лесов. Другими словами, надо разработать вопрос оптимальной лесистости для различных районов страны в соответствии с разносторонними требованиями народного хозяйства и населения.

Оптимальной лесистостью следует считать такой размер лесной площади, при котором находящиеся на территории древостои вместе с остальными компонентами леса наиболее полно и разносторонне удовлетворяли бы запросы народного хозяйства,

выполняли водоохранную, почвозащитную и климаторегулирующую роль, создавали благоприятные условия для жизни рыб, полезных диких животных и способствовали повышению продуктивности сельского хозяйства.

Оптимальная лесистость территории будет меняться в зависимости от природных условий, от условий роста и состояния древостоев, их распределения на водосборном бассейне, рельефа местности, степени эродированности последней, крутизны склонов, от потребности народного хозяйства в древесине и пр. При сильной расчлененности территории оптимальная лесистость, естественно, должна быть больше, чем при слабой.

Таким образом, лесистость территории определяется исходя из состояния и целевого назначения площадей. Лесные площади направлены на удовлетворение запросов хозяйства в древесине различного качества, породного состава и возраста лесов.

Значение растительности в улучшении и регулировании состава воздуха заключается в том, что днем она поглощает углерод углекислого газа, а выделяет кислород. Нами подсчитано, что 1 *га* городских насаждений поглощает в 1 час 8 *кг* углекислого газа. Это количество углекислоты выделяют за 1 час 200 человек. Для обеспечения нормальных условий жизни на одного человека в городе необходимо 50 $м^2$ зелени. Фактически даже крупнейшие города Европы не обеспечивают таких норм. В Москве имеется только 11 $м^2$, в Лондоне и Париже — по 7 $м^2$, в Вене — 8,4 $м^2$, в Ташкенте — 5,5 $м^2$ на человека.

Площадь внегородских насаждений должна быть больше. Институт коммунальной гигиены Академии медицинских наук СССР считает, что при условии одновременной посещаемости парковых лесов 10% городского населения на одного жителя должны приходиться 300 $м^2$ зеленых насаждений.

Вокруг Москвы насчитывается 70 тыс. *га* лесных насаждений. Однако эта площадь недостаточна, хотя в зеленой зоне столицы можно встретить места, где на одного человека приходится 25 $м^2$ лесных насаждений.

При определении оптимальной лесистости на водосборных бассейнах должны учитываться природные и экономические условия, влияние леса на экономику сельского хозяйства и размеры потребности в древесине. Лесистость в малолесных районах, где в настоящее время 70% площади занято полями и выгонами, должна возрасти до 25—30%. Такое соотношение площадей при ежегодно увеличивающемся населении может быть выдержано путем улучшения агротехники, водного режима почв, создания водорегулирующих полос и обеспечения полей минеральными удобрениями.

Создание нормальных условий для существования диких копытных животных (*лоси, косули, кабаны*) также требует сохранения существующих лесных массивов площадью не менее

20 тыс. *га* при средней населенности лосями в 5—7 голов на 1 тыс. *га*.

Для предохранения водохранилищ гидроэлектростанций от заиления и для улучшения питьевых качеств воды в них берега окаймляются полосами леса шириной от 50 до 200 *м*.

Наиболее актуально установление лесистости в сильно расчлененных условиях рельефа и на эродированных землях, где с ростом овражности уменьшается площадь, пригодная для распашки. Исследования показывают, что если принять денежный доход от сельского хозяйства на слаборасчлененных землях за 100%, на среднерасчлененных он составит 69%, на сильнорасчлененных — 45%. Если урожай пшеницы на несмытых черноземных почвах принять за 100%, на среднесмытых он составит 28%, на сильносмытых — 2,6%.

Таким образом, оптимальная лесистость есть хозяйственно важная и наиболее приемлемая для народного хозяйства категория. Но определение понятия оптимальной лесистости осложняется, так как отдельные отрасли хозяйства предъявляют к ней различные и противоречивые требования.

В интересах получения наибольшего количества сельскохозяйственных продуктов обычно стремятся увеличить площадь пашен, не думая о соотношении полей, лесов и лугов. Это вызывает усиление эрозионных процессов, смыв почвы и оврагообразование. Следовательно, до установления оптимальной лесистости следует предвидеть потери в связи со снижением процента лесистости до определенного минимума, возможные выгоды для народного хозяйства в связи с увеличением лесистости до оптимума и размеры необходимых затрат для установления оптимального процента лесистости.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСИСТОСТИ ЦЧР

Центрально-Черноземный экономический район включает Орловскую, Курскую, Белгородскую, Воронежскую, Липецкую и Тамбовскую области. Относительная близость района к Донбассу, богатство полезными ископаемыми и значительные резервы рабочей силы создают благоприятные условия для высоких темпов роста промышленности. Рост валовой продукции в ближайшие десятилетия в этом районе будет выше среднего по РСФСР в 1,5 раза.

В связи с этим усилится необходимость защитного лесоразведения вдоль реки по берегам водохранилищ. Увеличится потребность в создании зеленых зон и лесонасаждений вокруг промышленных центров. Возникнет необходимость расширения работ по почвозащитному и полезащитному лесоразведению в целях

усиления интенсификации сельского хозяйства, которое будет специализироваться на производстве сахарной свеклы, подсолнечника и товарного зерна.

На пути дальнейшего развития сельского хозяйства стоит такое тяжелое наследие царской России, как эрозия почв. При наличии сильнорасчлененного рельефа Средне-Русской возвышенности, вырубке лесов и распашке 85% земельных угодий сильно понизилось плодородие почв. В Курской области до 77% пахотных земель сосредоточено на склонах крутизной более 2°, в том числе 23% на склонах крутизной 4—8°. Если учесть при этом распространение на большой площади пропашных культур, станет очевидным, насколько велика угроза развития эрозионных процессов в Центрально-Черноземном районе в дальнейшем.

В настоящее время только в Воронежской области имеется 458 тыс. *га* эродированных площадей, или 10% общей территории. Площадь земель, затронутых процессами эрозии, достигает 70%. Даже в восточной части Черноземного Центра, отличающейся спокойным рельефом, эрозией затронуто 40% пашни.

Распашка земель без учета крутизны и направления склонов привела к смыву и размыву почвы, нарушению зернистой структуры и развитию в широких масштабах овражной сети, которая вскрыла верхние горизонты грунтовых вод и сильно понизила их уровень. Под влиянием смыва почв реки заносились продуктами эрозии и мелели.

Сейчас степень распаханности территории Средне-Русской возвышенности очень велика (табл. 1). Здесь под сельскохозяйственные культуры использованы не только водоразделы, но и приводораздельные склоны, крутизна которых превышает 4—5°, что ведет к усиленному смыву почвы.

Высокая интенсивность эрозионных процессов обусловлена неправильным размещением сельскохозяйственных угодий по элементам рельефа и неудовлетворительным состоянием поверхности водосборного бассейна. Леса занимают небольшие площади, причем они почти не выполняют своей водорегулирующей и противоэрозионной роли, так как остались преимущественно в поймах и лишь частично по склонам балок.

Удельный вес пастбищ колеблется в среднем от 4,5 до 11,5%. Если учесть сильно выбитый растительный покров, почти не защищающий почву от смыва, станет ясным, что он не может иметь противоэрозионного значения. Больше того, пастбища сами являются очагами эрозии и превращаются или превратились в неудобные земли.

В сильнорасчлененных районах Средне-Русской возвышенности пашня занимает теперь не больше 50—60% территории, значительная часть площади относится к неудобным землям и крупным населенным пунктам.

Таблица 1

Распределение земель по категориям, % от общей площади

Область	Площадь области, тыс. км²	Распаханная земля	Сенокос	Пастбище	Лес	Итого
Орловская	24,7	65	7,0	4,5	5,1	81,6
Курская	29,8	64	5,0	7,0	6,7	82,7
Белгородская	27,1	55	3,0	11,0	9,0	78,0
Воронежская	52,4	54	3,0	11,5	9,0	77,5
Липецкая	24,1	74	3,3	4,7	8,0	90,0
Тамбовская	34,3	71	4,0	5,4	10,0	90,4

Из табл. 1 видно, что лесистость отдельных областей, а также и всего Центрально-Черноземного района весьма незначительна. К тому же леса распределены неравномерно и без связи одного массива с другим. Поэтому лесистость не отвечает целевым почвозащитным и климаторегулирующим требованиям и ни в какой мере не может удовлетворять запросы народного хозяйства. Средняя лесистость Центрально-Черноземного центра равна 7,9%. Как показывают данные табл. 2, более 30% лесистость достигает лишь на 1,5% территории (рис. 1).

Переход к плановому социалистическому хозяйству не только приостановил процесс обезлесения Центрально-Черноземного района, но и создал условия для повышения лесистости за счет лесопосадок, которые занимают здесь 15,3% площади. Лесистость в этом районе может быть повышена до 8,4% только за счет облесения песков. При создании почвозащитных, полезащитных и климаторегулирующих лесов она возрастет еще более.

Таблица 2

Распределение территории Центрально-Черноземной области по классам лесистости

(по В. И. Рубцову, 1963)

Область	Лесистость, %						
	до 1	1—4,9	5—9,9	10—14,9	18—19,9	20—30	более 30
Воронежская	4,0	30,6	39,8	5,7	17,2	0,6	2,1
Липецкая	7,5	22,0	27,1	26,9	12,2	4,3	—
Белгородская	—	27,1	41,7	24,6	3,0	3,6	—
Тамбовская	21,6	27,4	15,9	7,9	9,8	12,4	5,0
Курская	6,2	30,9	45,7	14,3	2,9	—	—
Орловская	—	56,4	24,0	14,4	—	5,2	—
Среднее	6,8	32,0	33,3	13,6	8,8	4,0	1,5

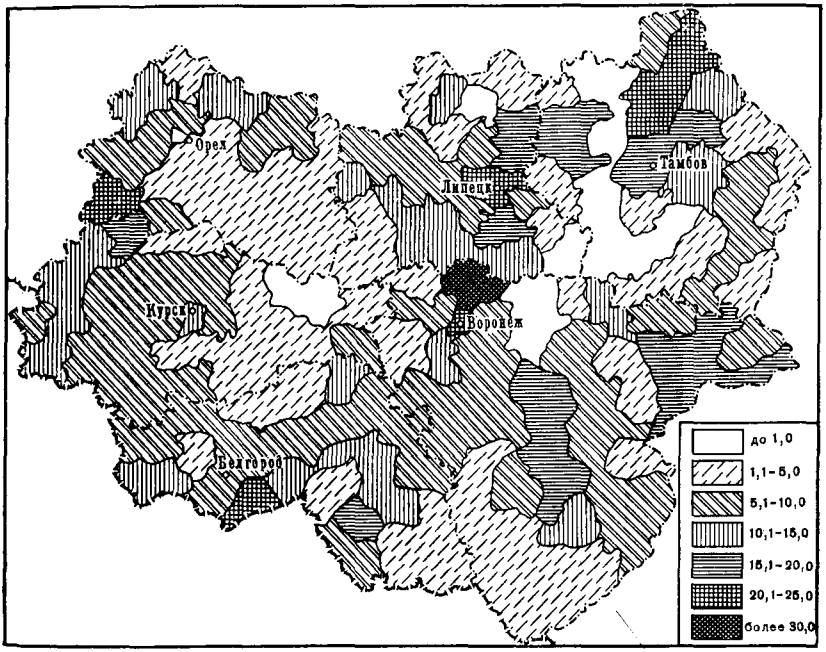

Рис. 1. Распределение районов Центрально-Черноземного центра по проценту лесистости (по В. И. Рубцову)

Облесение только сосной боровых почв, не покрытых лесом, увеличение полноты низкоплотных насаждений и восстановление сосны на боровых почвах, занятых лиственными насаждениями, позволит получать ежегодно более 1 млн. $м^3$ древесины в Гослесфонде Центрально-Черноземного района (Рубцов, 1963), не говоря уже о том, что каждый дополнительный процент лесистости способствует улучшению климата, предотвращению водной и ветровой эрозии, предохранению рек от заиления и перераспределению стока вод.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЧР

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РАЙОНА И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВОДОЙ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ХОЗЯЙСТВА

В Центрально-Черноземном районе речная сеть представлена бассейнами Днепра, Дона и Оки. К числу наиболее крупных рек следует отнести Хопер, Ворону, Воронеж, Сосну, Оскол, Северский Донец, Псел, Сейм и Десну.

Суммарный годовой сток рек, установленный на выходе из района, составляет около 30 $м^3/км^2$, сток маловодного года равен 16 $м^3/км^2$. Внутригодовое распределение его неравномерно: 66—70% воды стекает весной.

Наряду с надземными в районе имеются подземные воды; их сток определяется в 5 $км^3$ в год. Подземные воды в настоящее время являются основными источниками обеспечения питьевой водой населения городов и населенных пунктов, а частично и промышленных предприятий, которые в основном пользуются поверхностными источниками. Подземные воды наиболее интенсивно используются в районе Курска и Белгорода. Но для водоснабжения и орошения в настоящее время используется не более 10% общих водных ресурсов.

Большое внимание следует обратить на охрану вод от загрязнения, которое уже теперь существенно осложняет водоснабжение района.

По мере роста промышленности и населения потребность в свежей воде будет непрерывно возрастать: через два десятилетия она увеличится в 5 раз. Половина этой воды будет израсходована безвозвратно, т. е. превратится в потери. Если принять всю потребность в воде за 100%, на промышленность и теплоэнергетику будет израсходовано 29%, питьевое водоснабжение — 28%, сельскохозяйственное водоснабжение — 24%, 19% пойдет на рыбное хозяйство и обводнение сельскохозяйственных площадей.

С ростом водопотребления возрастет напряженность водохозяйственного баланса района, особенно в летние и зимние месяцы. Расчеты показывают, что избыток водных ресурсов через 20 лет будет полностью складываться из сточных вод, кратность разбавления которых будет равна нулю. По отдельным областям экономического района (Курская, Брянская и Орловская) дефицит в воде наступит еще скорее.

В настоящее время можно считать обеспеченными водой Липецкое металлургическое производство и промышленность Воронежа. В Курской и Белгородской областях развитие промышленности будет обеспечено лишь в том случае, если удастся создать нормальные условия водоснабжения.

Реки имеют большое значение для орошения. Особенно в нем нуждаются юго-восточные районы. Источником воды могли бы быть грунтовые воды, но их запасы сильно уменьшились из-за истребления леса и превращения в связи с этим верховьев рек в суходолы.

Восстановление водного режима рек всецело зависит от лесоразведения. По расчетам М. И. Львовича и др. (1961), в подзоне тайги каждые 10 000 $км^2$ лесов увеличивают питание рек подземными водами до 0,7—0,8 $км^3$ в год; в подзоне хвойно-широколиственных лесов 0,3—0,5 $км^3$ в год. Вместе с тем подавля-

ющее большинство мелких рек не имеет водоохранных лесных насаждений, вследствие чего они лишены постоянного стока. Сплошной водоток восстанавливается на них лишь весной, после снеготаяния, и осенью, во время дождей. Посадка лесов и садов значительно улучшила бы водность рек, предотвратила усиление солонцеватости почв и эрозионные процессы.

Развитие водного хозяйства района с учетом роста промышленности на базе Курской магнитной аномалии должно решаться путем строительства водохранилищ и обеспечения высокого санитарного состояния поверхностных вод, а также реконструкцией существующих водохранилищ и прудов.

Водорегулирующая способность водохранилищ очень большая. Так, раньше у Волгограда в течение трех весенних месяцев (апрель, май, июнь) протекало 59% годового стока, среднемесячный зимний сток был более чем в 10 раз меньше среднемесячного осеннего. Теперь после сооружения каскада водохранилищ на Волге и Каме весенний сток здесь составляет только 35% годового, а среднемесячный зимний — лишь в 1,2 раза меньше среднемесячного осеннего.

На малых реках и временных водотоках большое значение имеют пруды. Они также уменьшают размер максимального расхода воды в маловодный год на 30—50% и снижают «пик» снегового паводка в многоводные годы на 10—15%.

В Центрально-Черноземном районе большинство рек отличается малой протяженностью, поэтому энергетическое значение их небольшое. Использование этих небольших мощностей связано с затоплением значительных пойменных площадей. В связи с этим энергетическое строительство в системе этих рек может быть ограничено и направлено, главным образом, на удешевление и облегчение вывоза руд Курской магнитной аномалии на Днепр, в Донбасс и завоза в Центрально-Черноземные области донецкого угля. Для этой цели могут быть использованы Северский Донец, Сейм и Дон.

В Центрально-Черноземном экономическом районе отчетливо выделяются: лесостепь расчлененной Средне-Русской возвышенности и лесостепь Окско-Донской низменности. Первая охватывает Орловскую, Курскую, Белгородскую и западные части Воронежской и Липецкой областей и характеризуется в общем небольшими абсолютными высотами (до 290 *м*), но сильнорасчлененным рельефом и развитой эрозией. Вторая, хотя непосредственно и примыкает к лесостепи Средне-Русской возвышенности, сильно отличается от последней природными условиями. Территория низменности представляет собой плоскую равнину с высотами 150—180 *м*.

В Центрально-Черноземном районе распределение по типам местности следующее: пойменные — 9,4%, надпойменно-террасовые — 5—7, приречные — 33, плакорные — 48, междуречные не-

дренированные — 1,9%, а также песчано-галечные — 2,1%. Из них наиболее ценны плакорные и междуречные недренированные. Их больше всего в Тамбовской (55,29%) и меньше в Воронежской области (44,9%). Доля местности приречного типа, требующего больших затрат на противоэрозионные мероприятия, особенно велика в Белгородской и наименьшая в Тамбовской области.

Рельеф Центрально-Черноземного района — в основном результат длительного речного размыва и речной аккумуляции, а также склонового смыва и склоновой аккумуляции, с образованием на склонах мощных площадей делювия.

Обычно рельеф данного района принято называть водноэрозионным долинно-балочным (рис. 2). По морфологическим признакам выделяется несколько типов долинно-балочного рельефа. В северной части возвышенности рельеф холмисто-увалистый. Здесь долинно-балочная сеть очень густая и водораздельные увалы в плане имеют неправильную форму с многочисленными отвершками, сходящимися с противоположных сторон концами. В результате на водоразделе выделяются холмы различной высоты.

Глубокие и узкие долинно-балочные понижения, врезанные в девонские известняки, ветвятся, образуя крутые излучины и резкие повороты. Многие реки, балки и даже овраги ориентированы по трещинам, прослеживающимся в северо-западном и северо-восточном направлениях. На южном и юго-западных скатах рельеф более увалистый, чем на севере возвышенности.

В междуречных и межбалочных пространствах Тамбовской равнины в основном наблюдается слабо- и среднерасчлененный моренно-равнинный рельеф; на водоразделах большие площади заняты плоской равниной с незначительными уклонами, усеянной степными блюдцами.

Окско-Донская низменность, Средне-Русская и Приволжская возвышенности прорезаны текущими в меридиональном направлении реками, с асимметричными долинами.

Поверхность Центрально-Черноземного района сильно расчленена оврагами. Среди них надо различать два типа. Донные овраги первого типа характеризуются тем, что сохраняют хорошо выработанные древние формы размыва, т. е. балки с крупным водосбором, выработанным продольным профилем, очень пологим падением дна, а также хорошо развитым аллювием балочного происхождения. Длина оврага этого типа часто достигает нескольких километров. Для оврагов такого типа характерна прерывистость, которая проявляется в том, что они то резко углубляются, образуя перепад, то постепенно затухают.

Донные овраги второго типа прорезают днища слабо разработанных балок. Они характеризуются крутым падением дна и

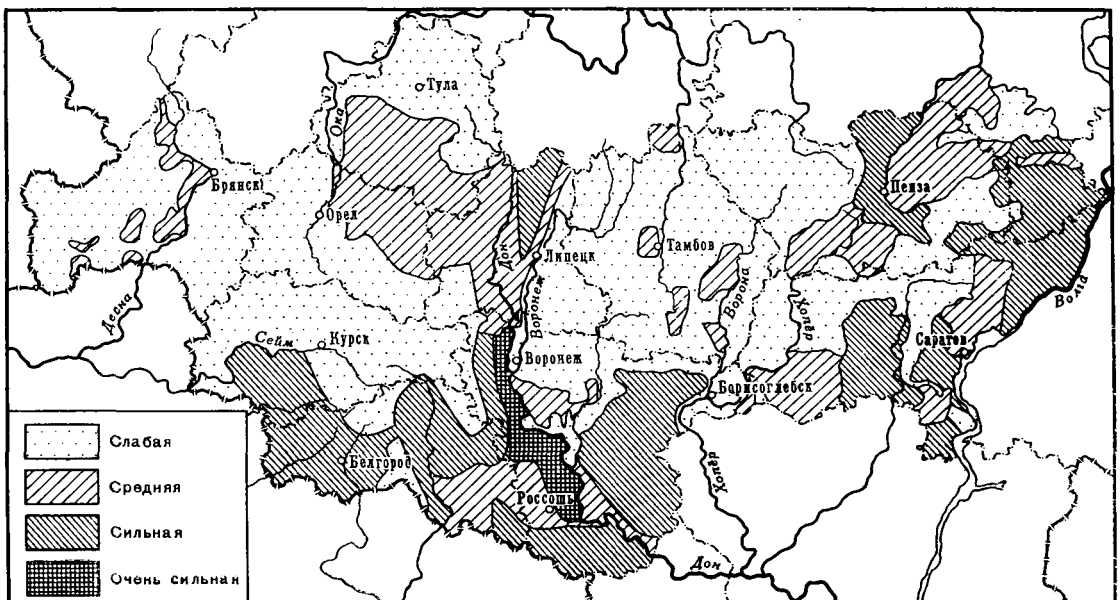

Рис. 2. Расчлененность рельефа Центрально-Черноземных областей

большей глубиной, нередко до 10—15 *м*. Вторичный донный размыв связан в данном случае с тем, что балки, в которых развиваются такие овраги, обладают достаточно большой площадью водосборов и в то же время имеют неотработанный продольный профиль. Наиболее глубокий донный размыв чаще наблюдается не в самых верховьях балок, а несколько ниже, там, где нарастание площади общего водосбора приводит к такому увеличению мощности протекающего по дну балки водотока, что наступает энергичная эрозия.

На изучаемой территории выделяются сильноовражные районы, где оврагами прорезаны все или почти все балки. На 1 $км^2$ здесь приходится в среднем от 0,5 до 1,2 *км* длины овражной сети. В среднеовражных районах количество прорезанных балок меньше. Общая длина оврагов на 1 $км^2$ здесь 0,2—0,4 *км*. В слабоовражных районах овраги встречаются редко и размеры их малы. Выделяются также районы почти полного отсутствия оврагов.

Сильноовражными районами являются территории правобережной части долины р. Дона и Калачевской возвышенности. Современный размыв почвы достигает здесь таких размеров, что создает большие трудности для нормального развития некоторых отраслей народного хозяйства.

На правобережье Дона густота овражно-балочных систем равняется 0,7—1,2 *км* на 1 $км^2$ площади. Глубина местных базисов эрозии часто превышает 70—100 *м* и средние уклоны местности достигают 7—10°. На днищах балок обнаруживается значительная толща гумусированных слоистых делювиальных наносов. На нижней трети освещенных балочных берегов встречаются карбонатные черноземы, сформировавшиеся на рухляке мергелей и мела.

Средняя и верхняя трети подбровочных балочных берегов той же экспозиции представлены обычными сильно смытыми карбонатными черноземами, изъеденными струйчатыми размывами, а над бровками развиты маломощные солонцеватые суглинистые черноземы, иногда простирающиеся до гребня водоразделов (Санталов, 1964).

Теневые берега балок, часто пологие или слабопокатые (не более 7°) бровки не имеют. Они обычно распахиваются до самых тальвегов, причем заметного плоскостного смыва на таких берегах балок не обнаруживается, иногда наблюдается даже аккумуляция. Однако линейная эрозия (овраги) и оползни теневых балок — явление нередкое.

Многочисленные донные и склоновые овраги сильно ветвятся, образуя иногда сложные лабиринты узких и глубоких рвов. В балки и долины из рек выносится огромное количество наносного материала, который на террасах рек и днищах балок приводит в негодность ценные полевые угодья.

Среднеовражные площади преобладают в северной и южной частях Средне-Русской возвышенности, где они чередуются с районами слабоовражными или даже вовсе лишенными оврагов. Последние располагаются преимущественно на выположенных левых склонах речных долин Сейма, Псла и других рек, а также в незначительно врезанных верховьях речных систем.

Слабоовражные районы приурочены к западному юго-западному склону, а также к центральной части Средне-Русской возвышенности. Отдельные районы более интенсивной овражной деятельности занимают возвышенные территории правобережья рек Дон, Сейм, Псел, Северский Донец и других.

Тамбовская равнина, за исключением южной части при переходе в Калачевскую возвышенность (междуречье Хопра и Битюга), поражена оврагами значительно слабее. Среднеовражные участки встречаются чаще. Это районы левобережья Цны и Тамбова, Дона южнее Воронежа и верховья Цны, Савалы и других рек. Большая часть равнины считается ровной и наименее расчлененной. Овраги прорезывают также возвышенные и более крутые правые склоны долин рек Битюга, Хопра, Вороны и др.

Для правильного распределения лесов и полей на площадях необходимо иметь достаточное представление о многообразных формах рельефа, в особенности малых форм. Однако таких данных в настоящее время нет или почти нет. В нашей и зарубежной литературе сделаны лишь различные предложения в области учета и характеристики рельефа применительно к задачам борьбы с эрозией, применения сельскохозяйственных машин и использования территории под различные угодья.

В СССР и США разработана характеристика земельного фонда и его производственных особенностей на основе учета по важнейшему показателю — углу наклона и форме поверхности (плоская или почти плоская, пологонаклонная, сильнонаклонная, крутая, всхолмленная, холмистая и др.), принятая в различных инструкциях.

	Угол наклона, *град*		Угол наклона, *град*
Ровная	1 и меньше	Сильнопокатая . .	6—10
Почти ровная . . .	1—1,5	Крутая	10—20
Покатая	1,5—3	Очень крутая . . .	20—45
Среднепокатая . .	3—6	Обрывистая . . .	Больше 45

Значение наклона поверхности для сельского хозяйства и для транспорта общеизвестно. Чем больше пологих пространств в эрозионных районах лесостепи и степи, тем слабее проявляются процессы эрозии и тем большая площадь является удобной для земледелия с точки зрения размещения полей и применения механизированной агротехники.

При значительно всхолмленной поверхности эрозионные процессы протекают сильнее, процент площади со смытыми почвами увеличивается, возможность использования территории под полевые севообороты, особенно с пропашными культурами, уменьшается, значительную площадь приходится отводить под почвозащитное лесоразведение и залужение. Большие трудности возникают при использовании на таких участках сельскохозяйственных машин, предназначенных для работ на пологих территориях.

Приведенная характеристика склонов по крутизне недостаточна. Во-первых, она соответствует значительно вытянутым однородным поверхностям и не отражает разнородность рельефа малых форм при наличии бугристых, холмистых водоразделов, седловин и ложбин, расположенных рядом в одном и том же крупном поле. Во-вторых, она не отражает направления склонов, чему в сельском хозяйстве придают весьма большое значение. Для более объективной и детальной качественной оценки расчлененности рельефа необходимо в пределах средних уклонов местности выяснить повторяемость ряда морфометрических показателей, а не только их среднюю величину.

551828

Укрупнение полей без учета различно ориентированного рельефа может привести к созданию полей, не однородных по физическим и механическим свойствам почв. Вместе с тем поля с различно ориентированными склонами требуют раздельной обработки почвы по мере ее поспевания на склонах разной экспозиции. Условия однородности могут быть обеспечены лишь при организации территорий в пределах колхозов и совхозов. Не имея в этой области достаточных данных, мы вынуждены ориентироваться на более укрупненные показатели форм рельефа и градации их всхолмленности:

1. Рельеф ровный или очень слабовсхолмленный с уклоном менее 0,5°.

2. Рельеф слабовсхолмленный, отличается маловыраженными водоразделами, слабой волнистостью и бугристостью. Уклон склонов меньше 1,5°. Сток весенних вод слабый и не достигает критической скорости. Современных размывов почти нет или они встречаются единично по дну балочной сети.

3. Рельеф покатый с ясно выраженными водоразделами и гидрографической сетью. Уклоны от 1,5 до 3°, с волнистой или бугристой расчлененностью. Смыв почвы заметно выражен и может принимать угрожающие размеры на лёссовидных суглинках. Донные размывы балок встречаются редко.

4. Рельеф среднепокатый, с уклоном 3—6°, отличается четкой пересеченностью, с резко выраженной гидрографической сетью. Донные и береговые размывы обычно и хорошо выражены. Сток поверхностных вод достигает большой скорости и весьма интенсивно разрушает почвенный покров.

5. Сильнопокатые склоны с уклоном более 6°, с сильновсхолмленными, разнообразно расчлененными оврагами и с глубоко разработанной гидрографической сетью. Размывы почвы принимают здесь угрожающие размеры.

По данным Г. А. Харитонова (1959), в составе Средне-Русской возвышенности имеется 25% сильно- и очень сильновсхолмленных площадей, 50% — средне- и 25% — слабо- и очень слабовсхолмленных площадей. Среднее протяжение склонов характеризуется величинами, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Среднее протяжение приводораздельных склонов по группам всхолмленности
(по Г. А. Харитонову, 1959)

Лесомелиоративный район	Индекс	Среднее протяжение, *км*			Площадь приводораздельных склонов, %		
		I (сильно)	II (средне)	III (слабо)	I	II	III
Северный	I	450	600	700	80	83	85
Северо-западный (сев. подрайон)	IIа	450	600	1000	76	81	86
Северо-западный (южн. подрайон)	IIб	850	1200	2000	79	85	88
Северо-восточный	III	550	650	1000	81	84	88
Центральный (зап. подрайон) . .	IVа	500	600	850	80	82	88
Центральный (вост. подрайон) .	IVб	700	900	1200	86	88	90
Юго-западный (зап. подрайон) .	Va	400	650	1100	77	81	84
Юго-западный (вост. подрайон) .	Vб	380	600	1100	81	85	88
Юго-восточный (сев. подрайон) .	VIа	420	600	900	76	78	83
Юго-восточный (южн. подрайон)	VIб	750	1000	1500	77	95	87

Северный район — это высокая холмистая равнина с общим уклоном на север. Холмы прорезаются гидрографической сетью, составляющей 15—20% всей территории.

Северо-западный район представлен всхолмленной равниной, южная часть которой составляет впадину водосбора Свапы и Сейма, северная наклонена к северу. Гидрографическая сеть составляет от 9 до 30% площади, берега ее пологие, с оползнями.

Северо-восточный район характеризуется сильной всхолмленностью территории, образующей купол Средне-Русской возвышенности с отметками до 310 *м*. Гидрографическая сеть составляет от 9 до 22% общей площади.

Центральный район представляет собой широкое волнистое плато с общим наклоном на северо-восток. Территория сильно расчленена гидрографической сетью, составляющей в западном подрайоне 18% и в восточном — 12% общей площади.

Западный подрайон Центрального района имеет сильно- и средневсхолмленный рельеф, восточный отличается резко выра-

женной засушливостью, сильно- и средневсхолмленным рельефом.

Юго-западный район разделяется на западный, состоящий из сочетания холмов, образующих огромный полуцирк, и восточный, представляющий собой сочетание резко выраженных холмов.

Протяжение склонов тем меньше, чем сильнее всхолмление площади. Во втором и четвертом подрайонах, обозначенных под индексом IIб и IVб, склоны несколько длиннее, чем во всех остальных.

По степени вертикального расчленения территорий или углам наклона поверхности можно судить о степени и длительности эрозионного процесса и сопротивляемости горных пород размыву. Однако наряду с вертикальной необходимо учитывать и горизонтальную расчлененность рельефа, или степень густоты расчленения местности долинно-балочной сетью. Показателем горизонтального расчленения является длина линий стока. Линия стока есть путь поверхностных струй воды, стекающей от водораздела к тальвегу по линии наибольшего падения склона.

Длина линии стока характеризуется густотой гидрографической сети. Чем гуще сеть постоянных и временных водотоков, расчленяющих территорию, тем меньше площадь межбалочных пространств и тем, следовательно, короче линии стока. Чем больше при одних и тех же амплитудах рельефа густота гидрографической сети, т. е. чем короче линии стока, тем бóльшая доля площади в районах с выпуклым профилем приходится на склоны долин и балок, а в районах с вогнутым профилем — на крутые склоны водоразделов (Миронова, 1958). Те и другие склоны отводятся или под облесение, или под кормовые угодья. На территории Центрально-Черноземного района имеется 9,4% пойменных площадей, занятых лугами, частично кустарниковыми зарослями, лесами и отдельными заболоченными площадями. В последнее время началась усиленная распашка этих земель, в результате чего здесь возможно возникновение эрозионных процессов, заиление рек и дальнейшее разрушение почв.

В долинах рек намываются продукты эрозии почв с пойм, надпойменных склонов и террас. Особенно много продуктов смыва дают впадающие в реку балки, они образуют поперек реки громадные конусы выноса. Большое количество материала поступает при размыве крутых берегов. Во время весенних разливов много продуктов смыва поступает в поймы. Все это ухудшает на безлесных поймах рост трав и способствует расселению малопродуктивных кустарников.

Площадь водосбора отдельных участков овражно-балочных систем, где в руслах интенсивно развиваются процессы эрозии, составляет 5,25 *га*; она может колебаться от 1 до 15 *га*, это зави-

сит от шероховатости русла и от густоты посадки кустарниковой и древесной растительности (Срибный, 1962).

Рельеф — мощный фактор почвообразования. Его влияние существенно сказывается при неустойчивом и недостаточном увлажнении. Наличие густой сети оврагов на правобережье склона накладывает резкий отпечаток на процессы почвообразования. Наблюдения в Грибановском районе Воронежской области за изменением влажности почвы показали резкие различия в запасах влаги на разных частях склонов. Большие запасы накапливаются в почвах плато и приводораздельных частей склонов северной экспозиции и заметно меньшие — в почвах южного склона.

Если за 100% принять запасы влаги на плато, то на северных приводораздельных склонах они составят 98%, в присетьевой части северного склона — 107%, в почвах южных приводораздельных склонов — 82% и в присетьевой части южного склона — 68%.

Рельеф оказывает большое влияние на содержание минеральных форм азота и особенно поглощенного аммония. Весной наибольшее количество аммония наблюдается в почве затененных склонов северной и западной экспозиций. В летний период по мере уменьшения запасов влаги она уменьшается. Чем влажнее год, тем больше аммония в почве.

Содержание нитратного азота тесно связано с водно-воздушным и тепловым режимом почвы. Особо активно протекают процессы нитрификации во влажные годы на хорошо прогреваемых южных склонах.

Фосфора больше всего в почвах равнин и склонов северной экспозиции, особенно много в приводораздельной части и заметно меньше в присетьевой. Такое распределение находится в связи с содержанием гумуса в почве. На склонах южной экспозиции фосфора в 1,5—2 раза меньше, чем на плато. С увеличением влажности почвы содержание фосфора существенно возрастает.

Подвижного калия тем больше, чем лучше прогревается почва и чем меньше запасы влаги в почве.

ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЧВ

Во второй половине XIX в. в результате массового уничтожения лесов и увеличения распаханности земель началось нарушение режима рек и сокращение длительности стояния высокого уровня вод в реках.

На поверхности распаханной почвы развились эрозионные процессы, усилившие нарушение режима речного стока. Смыв

почвенного слоя начал переходить в размыв. Склоны размытой территории стали покрываться сетью промоин и оврагов. Пойменные почвы засорялись песком.

Верховья рек, благоприятные для нереста рыбы и развития мальков, заносились песком и отступали книзу. Все это ухудшило условия судоходства и привело к уменьшению рыбных богатств. Несмотря на улучшение техники рыболовства и увеличение числа промыслов, улов красной и ценных пород частиковой рыбы только за 45-летний послереформенный период сократился по Волго-Каспийскому бассейну почти в четыре раза (Гаврилов и Ососков, 1901).

Чрезмерная распашка в XIX в. земель за счет лугов и лесов сильно подорвала кормовую базу животноводства: пастбища по склонам балок использовались до предела, ухудшились физико-химические свойства почвы и ослабилась их сопротивляемость эрозии. Это вызвало уменьшение доли осадков, расходуемых на полезный грунтовый сток, испарение с увеличением поверхности увеличилось. Начало сильнее проявляться влияние засухи на эродированных землях.

Прошлая эрозионная деятельность существенно влияет на современную производительность труда механизаторов сельского хозяйства, так как качество обработки почвы и выработка на трактор в связи с ухудшением рельефа снижается, не говоря уже о том, что на овражно-балочных территориях требуются наиболее устойчивые и маневренные машины.

Под влиянием эрозионных процессов неблагоприятно изменяется соотношение сельскохозяйственных угодий (табл. 4).

Чем сильнее выражены эрозионные процессы, тем меньше процент пашни и тем больше процент естественных кормовых угодий, а в ряде случаев и неудобных земель.

Процент лесных площадей не связан со степенью развития эрозионных процессов, так как существующая лесистость не может предотвратить развитие эрозии, тем более, что леса расположены без учета рельефа местности. В отдельных пунктах процент пашни в зависимости от степени эродированности изменяется еще сильнее. Например, в Гремяченском, Коротоякском, Лискинском и Белогорьевском районах при сильных эрозионных процессах он равен 42—47%, при средних эрозионных процессах — 63 и при слабых — 75,5% от общей площади.

Почвы можно разделить на несколько групп:

I — рыхлые, структурные и проницаемые на глубину 60 *см*, неэродированные или слабоэродированные, расположенные на склонах менее 6%.

II — расположенные на склонах от 7 до 10%, при слабой (до умеренной) эродированности. Рыхлый оструктуренный слой почвы около 25 *см*.

Таблица 4

Соотношение площадей, % по характеру использования в зависимости от эродированности территории
(по Г. Я. Несмеяновой и Н. Я. Ковальской, 1956)

Подзона	Районы *	Интенсивность эрозионных процессов	Пашня	Естественные кормовые угодья	Неудобные земли	Леса
Широколиственные леса	2	Слабая	66—80	10—14	0,4—2,0	3—22
	3	Средняя	59—73	11—13	0,6—1,3	3—12
Северный вариант лесостепи	5	Слабая	71—84	5—11	0,4—2,9	0,6—7,0
	7	Средняя	70—79	7—12	0,6—5,9	2—8
	8	То же	67—80	8—11	1,7—4,3	4—10
Южный вариант лесостепи	10	Слабая	64—84	6—13	0,2—3,2	0,7—8,0
	11	Средняя	63—78	3—15	0,3—4,0	5—11,0
	12	Сильная	60—72	10—19	1,7—7,8	5—16
	13	Очень сильная	48—61	11—21	5,8—17,0	5—11
Северный вариант степи	19	Слабая	55—67	11—19	3,2—7,9	6—13
	15	Средняя	58—67	13—25	1,7—2,1	2—13
	16	Сильная	60—66	12—17	3,5—8,6	5—7
	17	То же	54—69	16—27	2,5—5,5	3—9
	20	» »	55—68	12—22	1,4—3,3	3—7
	18	Очень сильная	50—62	22—20	2,5—6,3	3—7

* 2 — Окско-Сванский, 3 — Приокский (северный), 5 — Окско-Сосновский, 7 — Красиво-Меченский-Сосновский, 8 — Придонский (северо-восточный), 10 — Томско-Сеймско-Оскольский, 11 — Ворскло-Сеймский (центральный), 12 — Оскольско-Тихососенский, 13 — Потудан-Девицкий, 19 — Битюгско-Придонский, 15 — Оскольско-Деркульский, 16 — Оскольско-Правобережный, 17 — Богучарско-Айдарский, 20 — Подгоренско-Битюгский, 18 — Белогорьевско-Придонский

III — расположенные на склонах крутизной до 20%; почвенный профиль неглубокий, рыхлый среднеоструктуренный слой мощностью меньше 20 *см*. Опасность эрозии значительная.

IV — слабоструктуренные, расположены на склонах до 30°. Опасность эрозии велика. Смыв почвы сильно выражен.

V — расположенные на склонах более 30°. Сельскохозяйственное использование их невозможно.

Эродированные почвы разнообразны по мощности гумусированного горизонта, механическому, структурному и агрегатному составу, мезофауне и численности различных микроорганизмов.

Смытой почве присущ укороченный почвенный профиль. Чем сильнее она смыта, тем ближе к поверхности залегает материнская порода.

Верхний горизонт такой почвы обеднен физической глиной и илистыми частицами. В смытых почвах грубых частиц содержится больше, а органического вещества в верхнем горизонте меньше. По мере углубления содержание гумусовых веществ резко сокращается.

Реакция почвенного раствора приближается к щелочной. Смытые почвы отличаются низкой емкостью обмена и незначительной ненасыщенностью поглощающего комплекса основаниями. Длительное неправильное использование черноземов в сельском хозяйстве вызывает обеднение почв гумусом и азотом, поглощенными катионами (кальций, магний), повышение гидролитической кислотности и снижение степени насыщенности основаниями, резкое ухудшение структуры и водно-физических свойств почвы. Агрегаты почвы характеризуются низкой водопрочностью. Почва обычно сильно обеднена микроорганизмами и отличается неблагоприятным питательным режимом. Нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия меньше, чем в несмытых почвах. Чем больше эродированность почв, тем сильнее выражены перечисленные свойства и признаки. Все это способствует еще более интенсивному развитию эрозионных процессов.

Намытые почвы, приуроченные к пониженным элементам рельефа, формируются под влиянием эрозионно-аккумулятивных процессов. Они отличаются слоистостью и большой мощностью гумусовых горизонтов, достигающих 1—2 *м*. Намытые почвы своеобразны по механическому составу и отличаются хорошо выраженной и благоприятной почвенной структурой, высоким содержанием органических веществ по всему почвенному профилю. Они обладают высоким и довольно устойчивым содержанием продуктивной влаги во всей почвенной толще. В намытых почвах содержится значительное количество общего и нитратного азота.

Максимальное задержание и использование на склонах талых вод и летних осадков в целях создания наилучшего увлажнения полей коренным образом изменяют условия произрастания растений, способствуют поднятию плодородия ранее смытых почв и существенному изменению морфологических, физических и агрохимических свойств почвы не только под лесными полосами, но и на полях. Особенно резко это проявляется на крутых склонах, где все факторы плодородия в минимуме. Роль лесных полос в системе комплексного освоения склона особенно велика.

Признаки эродированности почв на крутых склонах через 20—30 лет после создания лесных полос исчезают, мощность гумусового горизонта увеличивается не только в лесных полосах, но и в межполосных пространствах. Процессы биологической аккумуляции элементов плодородия происходят тем интенсивнее, чем благоприятнее климатические условия.

Таблица 5

Показатель урожайности и доходности площадей, различно расчлененных эрозионными процессами

Группы районов по степени расчленения	Число колхозов	Площадь оврагов (% общей площади)	Пашня (% общей площади)	Посевы трав, (% общей площади)	Посевы пропашных, (% общей площади)	Посевы пшеницы, % общей площади под зерновыми	Урожайность ржи, %	Урожайность пшеницы, %	Денежный доход, % на 1 га пашни
Слаборасчлененные	13	0,8	65,5	4,0	30,9	44,3	100	100	100
Среднерасчлененные . . .	9	1,9	55,6	1,9	28,9	45,1	90,0	89,3	69,0
Сильнорасчлененные	7	3,1	52,7	0,9	29,4	39,6	88,5	85,7	44,7

Некоторые экономические показатели колхозов Белогорьевского района, полученные на различно расчлененных эрозионными процессами площадях, приводятся в табл. 5. Сильнорасчлененные площади дают в два раза меньший денежный доход, чем слаборасчлененные.

Распределение площадей по степени смытости в отдельных областях характеризуется данными табл. 6; зависимость урожая овса и пшеницы от степени смытости почвы показана в табл. 7.

К областям с поверхностью, сильнорасчлененной эрозионными процессами, относятся Белгородская, Воронежская, Пензенская и правобережная часть Саратовской области; со среднерасчлененной — Орловская, Липецкая и Курская области; со слаборасчлененной — Тамбовская и прилегающая к лесостепной зоне восточная часть Брянской области.

Таблица 6

Распределение площадей по степени смытости в лесостепной зоне, %

Область	Очень слабая и несмытая	Слабая	Средняя	Сильная	Очень сильная
Орловская	39,0	31,2	27,8	2,0	—
Курская	40,2	39,0	—	20,8	—
Белгородская	12,0	9,3	17,9	60,8	—
Воронежская	15,2	16,0	16,7	41,2	10,9
Липецкая	20,0	19,9	47,1	13,0	—
Тамбовская	70,0	16,9	13,1	—	—

Таблица 7

Урожай овса и пшеницы в зависимости от степени смытости почвы

Почва	Степень смытости	Экспозиция	Уклон, *град*	Урожай	
				ц/га	%
		Овес			
Чернозем остаточно-карбонатный	Сильная	Западная	5	0,4	2,6
Чернозем обыкновенный	Слабая	»	4,5	8,8	58
То же	Почва не смытая	»	0,5	15,2	100
		Яровая пшеница			
» »	Почва не смытая	Северо-западная	Незначительный	17,0	100
» »	Средняя	То же	16,3	4,9	28

ВЫПАС СКОТА И ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Наличие плотного стеблестоя растений, особенно если растительные остатки сохраняются на почве,— превосходное средство уменьшения вероятности отделения и перемещения почвенных частиц, увеличения инфильтрационной способности и как следствие — уменьшения поверхностного стока и эрозии.

Снос почвы с правильно используемого пастбища незначителен, но на выбитом пастбище почва может эродироваться, как на вспаханном поле. Неурегулированная пастьба скота влияет на формирование поверхностного стока тем сильнее, чем больше крутизна склона и чем интенсивнее вытоптана почва.

В результате произведенного нами дождевания (в течение 10 *мин*) площадок размером 5×10 *м* на темно-серых суглинистых почвах по заброшенной пашне получены данные, приведенные в табл. 8.

На сильно вытоптанной скотом площади образуются пороины. Здесь с увеличением крутизны склона количество микропонижений весьма незначительное, площадь соприкосновения воды с поверхностью почвы уменьшается. В силу этого резко возрастает поверхностный сток, особенно в оголенных местах, где вода скользит по поверхности сплошным потоком и вызывает смыв почвы.

Под влиянием выпаса скота сильно ухудшаются физические свойства почвы и под пологом леса. По нашим наблюдениям, под дубовыми древостоями на темно-серых почвах из-за уплотнения почвы скотом вода, поступившая с полей, в значительном

Таблица 8

Водопроницаемость и сток воды на склонах различной крутизны в зависимости от вытаптывания площадок скотом

Угол наклона, °	Травяной покров 25—30 *см* высоты, степень покрытия 0,8				Травяной покров почти отсутствует, высота 2—3 *см*, покрытие дерниной 0,5			
	Время движения воды, *мин*	Средняя скорость, *см/сек*	Коэффициент стока	Впитывание, *мм/м*	Время движения воды, *мин*	Средняя скорость, *см/сек*	Коэффициент стока	Впитывание, *мм/м*
2	9,11	2,01	0,19	0,56	4,63	2,18	0,54	0,26
5	2,15	7,5	0,27	0,51	1,08	14,6	0,61	0,20
8	1,42	9,8	0,33	0,46	0,95	17,6	0,75	0,16
11	1,05	15,8	0,43	0,43	0,61	28,1	0,83	0,12

количестве стекала в лесу по поверхности. Например, с поля длиной 400 *м* сток по 60-метровой полосе леса составляет 21% воды от общих запасов в снеге перед таяньем. В результате из-за неумеренного бессистемного выпаса скота земли превращались в неудобные, а в лесах почва настолько уплотнялась, что слабо поглощала воду.

Нагрузка скота на единицу площади должна зависеть от урожайности кормовых трав и рельефа местности. Допускаемая нагрузка определяется по формуле

$$Н = \frac{У}{К \cdot Д},$$

где Н — нагрузка в головах в переводе на крупный рогатый скот на 1 *га*; У — урожайность травы в *кг/га*; К — норма пастбищного корма на одну голову за сутки; Д — продолжительность использования пастбища в днях.

В среднем в лесостепных районах она составляет 0,4 головы, в степных — 0,2 головы на 1 *га* пастбища. Поэтому в лесостепных и степных районах, где распаханность доведена до 65—85% площади, остро стоит вопрос об обеспечении стойлового содержания скота.

Благодаря сопротивлению травяного покрова смыву и размыву почвы сенокосные и пастбищные угодья с хорошо развитой травяной растительностью определенного состава слабо подвергаются эрозии.

Почва, защищенная плотной дерновиной и густым покровом трав, в отличие от покрытой лесом, также может быть разрушена, но только водными потоками большой силы. Та же почва, будучи оголенной и лишенной связывающих ее корней, размывается даже ничтожными струйками воды.

Противоэрозионное действие травяного покрова в лесостепи фактически ограничено склонами балок и долин, так как плакорные пространства полностью распаханы. Однако и на балочных склонах травяной покров заметно сокращает развитие эрозионных процессов. Особенно эффективное действие оказывают корневищные и корнеотпрысковые растения, отличающиеся высокой противоэрозионной устойчивостью и способствующие закреплению почвы корневищами и обильными ветвистыми корнями.

Корневищные и корнеотпрысковые растения размножаются вегетативным путем очень быстро, в течение одного-двух лет длина их корневищ увеличивается на 1—2 *м*, и на них появляются новые кусты (например, лесная земляника). Из числа корневищных злаковых растений большое противоэрозионное значение имеют пырей ползучий, костер безостый и мятлик луговой (Ткаченко, 1956).

Корни и корневища таких корнеотпрысковых растений, как горошек мышиный и зверобой хорошо скрепляют почву и в значительной мере препятствуют развитию эрозионных процессов.

Стержнекорневые растения, размножающиеся семенами, более устойчивы против эрозии, корни их проникают на глубину до 100—120 *см*.

Плотнодерновинные растения образуют плотные и рыхлые дерновины лишь на поверхности почвы, обладают слабой эрозионной устойчивостью, так как корни их располагаются в почве на глубину до 20 *см*. Такие растения (типчак, полевица собачья и др.) предохраняют почву только от поверхностного смыва, но не защищают от размывов.

Состав, состояние и противоэрозионное значение сенокосов и пастбищ лесостепной зоны зависят в первую очередь от видового состава трав, интенсивности и организации выпаса. Влияние этих факторов заметно сильнее, чем экспозиции склонов. На балочных склонах наилучший травостой наблюдается в нижней части, заметно худший — в средней и особенно плохой — в верхней части склона. Южные склоны подвергаются эрозии сильнее, чем северные. Добавим, что большинство залежей образовалось на площадях, вышедших из-под пашни вследствие смыва и размыва. Такие залежи обычно используются не для пастбищ, а для облесения. На старых залежах с сильно смытыми почвами, при расчлененных склонах следует создавать кольматирующие клетки из лесных полос.

Некоторую противоэрозионную роль играют и зерновые культуры. При этом озимые обладают большей противоэрозионной устойчивостью, чем яровые, но при расчлененном рельефе они отличаются худшим ростом, так как вследствие сильного сдувания снега с полей, почвы долгое время осенью и зимой оголены и сильнее промерзают. Пропашные культуры способствуют более сильному развитию эрозии, поэтому их следует выращивать

с учетом условий рельефа. В первую очередь их необходимо выращивать на равнинах.

Эрозионная деятельность талых вод в значительной мере определяется агротехническим состоянием почвы. Зяблевая пахота полностью переводит поверхностный сток вод в грунтовый. После нее поверхностный сток сводится к нулю. По мере уплотнения вспаханной почвы сток поверхностных вод усиливается. В результате распаханные поля легко поддаются разрушению, особенно весной, после оттаивания почвы. Образующиеся на поверхности почвы потоки вырабатывают промоины, по которым выносятся ее частицы.

Поскольку эрозия обусловлена разнообразными природными и хозяйственными процессами, борьба с ней должна осуществляться различными мероприятиями, направленными на создание благоприятных условий для поглощения большей части осадков почвой на месте выпадения, с расчетом, чтобы лишь незначительная часть их стекала по поверхности почвы рассредоточенным стоком. При сосредоточенном стоке воду надлежит направлять в укрепленные русла.

Большую роль в борьбе с эрозией при развитии садоводства и рыбоводства играет создание прудов и водоемов. И, наконец, ослабление эрозионных процессов во многом зависит от соотношения площадей основных земельных угодий — пашни, луга и леса — и от характера их использования.

ВЕТРОВАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВ

Известно, что под влиянием ветров усиливаются ветровая эрозия почвы и пыльные бури. Ветровая эрозия вызывается турбулентным движением воздуха. Скорость перемещения почвенных частиц зависит от их размеров. Наименьший порог скорости имеют частицы от 0,5 до 0,15 *мм*. Для их переноса достаточна скорость ветра на высоте 15 *см* от поверхности почвы около 3,5—4,0 *м/сек*. Порог скорости для передвижения частиц крупнее 0,15 *мм* увеличивается с размером частиц. При низких скоростях выдувание почвы происходит на повышенных элементах рельефа. Начало выдувания старопахотных распыленных участков на легкосуглинистых опесчаненных почвах происходит при скорости ветра в 5 *м/сек* на высоте 15 *см*.

Ветровая эрозия почв представляет собой сложное и комплексное явление. При ветровой эрозии, как и водной, наблюдаются три основные стадии процесса движения почвенных частиц — отрыв, перенос и отложение.

Развитие этих процессов находится в прямой зависимости от степени покрытия поверхности почвы травяной растительностью. При отсутствии растительности ветровая эрозия меняется от скорости, направления и повторяемости ветров определенных

румбов, температуры воздуха, его влажности, рельефа местности и от размеров и формы полей и, наконец, от механического состава, а также от структурного и агрегатного состава почвы, ее температуры и влажности.

Развитие сильных процессов эрозии прежде всего вызвано действием сильных ветров, сухой погодой, сухой поверхностью и легким механическим составом почв.

Немаловажное значение имеет и механическая обработка почвы. Весной 1960 г. в период черных бурь в Краснодарском и Ставропольском краях и в Ростовской области скорость ветра достигала 20—40 *м/сек*. Такой ветер полностью сметал пахотный слой, обнажая щебенку известняков. Большие массы почвенных частиц аккумулировались в оврагах, балках, в выемках железных дорог, в лесных полосах, часть которых погибла под наносами. Высота барханов достигала 4 *м* и более, а объем наносов равнялся 40—60 $м^3$ на один погонный метр бархана.

Высота полета частиц доходила до 1,5 *км*, а дальность выноса определялась тысячами километров (до западных и юго-западных границ СССР, т. е. до Румынии, Болгарии и Чехословакии).

Хорошей защитой почв от выдувания и переноса почвенной пыли служат полезащитные полосы, расположенные по системе клеток. В целях защиты полей от черных бурь необходимы расчеты наивыгоднейшей ширины полей между ветрозащитными полосами леса.

В степной зоне при размещении лесных полос допускались значительные ошибки. Например, в первой инструкции по проектированию и размещению лесных насаждений на полях колхозов и совхозов в степных и лесостепных районах СССР (1952 г.) рекомендовалось размещать такие полосы на расстоянии более 400 *м* одна от другой. В дальнейшем рекомендовался размер лесозащитных клеток 1000×1000; 1000×1500 *м*. В действительности, как показали наблюдения, размер клеток часто составлял 1000×2000 *м*, вынос грунта ветром при этом доходил до 5000 $м^3/га$. Изменения выноса зависели от скорости ветра. На более открытых пространствах в отдельных районах Ставропольского края они составляли от 500 до 1000 $м^3/га$ в виде мелкозема и агрегатов.

Наблюдения В. В. Звонкова (1962) позволили рекомендовать расстояние между полосами от 200 до 400 *м* при скорости ветра более 15 *м/сек*. При скорости ветра 20—25 *м/сек* оптимальная ширина полей, гарантирующая защиту их от ветровой эрозии, меняется в зависимости от ширины и высоты полос (табл. 9).

Следует заметить, что высокая устойчивость урожая зерновых обеспечивается и при меньшем проценте лесистости (табл. 10).

Однако данные табл. 10 наглядно свидетельствуют, что с уменьшением процента лесистости возрастает повреждение зерновых культур пыльными бурями. Минимальная лесистость,

Таблица 9

Оптимальная ширина полей в зависимости от высоты и ширины защитных полос в районах, подверженных ветровой эрозии

(по Звонкову, 1962)

Ширина полей, *м*	Ширина полос, *м*	Высота насаждений, *м*	Доходы от урожая, *руб*
100	18	5	70
200	20	10	140
300	24	12	210
400	32	15	280
500	35	15	350

Таблица 10

Степень повреждения посевов пыльными бурями в зависимости от процента лесистости, %

(по Сенкевичу, 1964)

Лесистость	Краснодарский край	Ростовская область	Крымская область	Совхоз «Гигант»	Лесистость	Краснодарский край	Ростовская область	Крымская область	Совхоз «Гигант»
5,5	Нет	—	—	Нет	2,2	32,0	—	3,2	60,0
4,3	3,2	—	—	—	1,9	—	—	—	100
4,2	3,3	—	—	—	1,5	—	30,0	20,0	100
3,8	—	—	—	10,0	1,2	71,0			—
3,4	9,0	—	—	—	1,1	—		31,0	—
3,1	—	—	—	45,0	0,7	—	36,0	—	—
2,8	19,0	—	—		0,3	—		80,0	—
2,6	—	23,0	—						

способная предотвратить повреждение зерновых пыльными бурями — 5,5%; оптимальная (обеспечивающая высокий денежный доход с единицы площади) — около 10%.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ ЕГО ТЕРРИТОРИЮ

Г. Н. Высоцкий (1950) положил начало детальному изучению влияний леса на окружающие безлесные пространства. К настоящему времени получено много данных, свидетельствующих о влиянии леса на изменение скорости ветра и температуру воздуха на прилегающих к лесу полях и вырубках. Изучено влияние леса на поверхностный сток, инфильтрацию влаги в почву, эрозионные процессы, урожай сельскохозяйственных культур и т. д.

Установлено, что леса содействуют уменьшению скорости ветра с наветренной стороны на расстоянии, равном от 5- до

15-кратной, а с подветренной — до 20- и даже до 40-кратной их высоты.

Перемешивание воздуха за продуваемой полосой уменьшается примерно на 30%, причем наиболее слабое наблюдается на расстоянии 5—10-кратной высоты лесной полосы. Здесь оно уменьшается по сравнению с открытой степью на 35%. С удалением от лесной полосы перемешивание воздуха постепенно возрастает, на расстоянии 30—35-кратной высоты полос становится таким же, как в степи.

Приведенные данные получены на межполосных клетках размером 40 и 50 высот лесных полос. Отсюда при высоте насаждений 20 *м* площадь поля должна равняться 28 *га*. При увеличении размеров клеток перемешивание воздуха увеличивается так, что при площади 100 *га* перемешивание меньше, чем в степи только на 16%. Таким образом, чем меньше размеры межполосных клеток, тем воздух в них спокойнее. Над лесными полосами перемешивание воздуха усиливается.

Ветрозащитное влияние лесных полос зависит от их высоты. Высота насаждений в свою очередь меняется по лесорастительным зонам. В лесостепи высота полос 60 лет равняется 22 *м*, в северной степи — 20 *м*, в южной — 16 *м* и в полупустынных районах —6—8 *м*. Защитное действие полос сильно изменяется в зависимости от их ветропроницаемости, связанной со структурой полос, от первоначальной скорости ветра в открытой степи и от угла, под которым воздушный поток пересекает полезащитную полосу.

По характеру ветропроницаемости лесные полосы принято разделять на три группы. Плотные, или непроницаемые, ажурные, или ветропроницаемые по всему профилю лесной полосы (сверху донизу), и продуваемые снизу и плотные вверху. Наилучшими являются полосы, пропускающие часть ветрового потока.

Ветроломное значение лесных полос проявляется тем сильнее, чем больше скорость ветра. Чем сильнее ветер, тем ярче выражено его затухание с подветренной стороны полосы. Так, при скорости ветра 5—6 *м/сек* и высоте полос 18 *м* наибольшая эффективность лесных полос с подветренной стороны отмечается на расстоянии 200 *м*. Здесь скорость ветра снижается от 55 до 80%, а на расстоянии от 200 до 600 *м* от полосы она составляет в среднем 70—75% от скорости ветра в степи [1].

Наиболее эффективно действуют лесные полосы при ветрах, дующих перпендикулярно к лесной полосе. При направлении ветра под углом 30° ветрозащитная роль полосы уменьшается.

Естественно, что скорость ветра зависит от ширины полей. При высоте насаждений 20 *м* и при ширине поля 50 *м* максималь-

[1] Крайней границей влияния лесных полос принято считать пункт, в котором скорость ветра сокращается на 10% по сравнению со скоростью ветра в степи.

ная скорость ветра не превышает 3% от скорости ветра в открытой степи, равной 4,1 *м/сек*, при ширине 100 *м* — 12%, при ширине 200 *м* — 40% и при ширине 600 *м* — уже 72% (Молчанов, 1957).

Взаимосвязь ветра с лесной полосой влияет на распределение снега в межполосных полях. Чем меньше площадь поля, тем больше накапливается на нем снега. По нашим данным, полученным в южной части лесостепной зоны, запасы воды в снеге на поле площадью 5 *га* составляли 55%, на 10 *га* — 32%, на 15 *га* — 25%, на 20 *га* — 20%, на 30 *га* — 14%, на 50 *га* — 11,5% и на 100 *га* — 8% от безлесной площади в 1 *га*.

С увеличением слоя снега на полях урожайность культур возрастает. Наблюдениями Саратовской и Безенчукской сельскохозяйственных опытных станций установлено, что там, где производится снегозадержание, урожай повышается на 40%.

Снег на полях ослабляет промерзание почвы. Глубина ее промерзания под снегом не превышает 40 *см*, а при отсутствии его нередко превышает 100 *см*, в среднем составляя 80 *см*.

Взаимосвязь между ветром и лесными полосами вызывает изменение температуры воздуха, которая влияет на рост растительности и на температуру почвы.

В первой половине дня лесные полосы содействуют охлаждению воздуха в прилегающей части поля, во второй — прогревание его в лесной полосе усиливается. Прогретый в полосе воздух вечером и ночью отдает свое тепло воздуху окружающего поля. Разница между температурой воздуха в открытой степи и в поле, окруженном лесными полосами, колеблется от 1,5 до 1°.

Хорошо происходит обмен тепла между ажурной лесной полосой и полем в ясные ночи, особенно когда вероятны заморозки. При возникновении на полях заморозков низкие температуры благодаря обогреванию приопушечной части поля теплом из лесной полосы оттесняются от лесных полос к центру межполосного поля.

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПОД ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ И ПРИЛЕГАЮЩИМИ ПОЛЯМИ

Материалы различных научно-исследовательских организаций, работавших в степной и лесостепной зонах, свидетельствуют о существенном изменении структурного и агрегатного состава почвы под влиянием лесополос. Например, в лесостепи наилучший агрегатный состав почвы отмечается под пологом леса и в полезащитных полосах, несколько хуже — на залежи и заметно хуже — на пахоте (табл. 11).

Таблица 11

Агрегатный состав почвы, %
(Грибановский район Воронежской обл.)

Место учета	Глубина взятия образца, *см*	Диаметр структурных отдельностей, *мм*							
		>10	10—5	5—3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	<0,25
1000 *м* от леса	0—10	—	0,40	0,60	1,26	4,48	16,38	34,76	42,12
	15—25	—	0,30	1,86	2,94	7,50	22,12	43,96	21,32
Пашня	25—35	—	0,32	1,20	3,64	10,28	30,44	28,08	26,04
	40—50	—	—	1,70	5,94	14,22	28,02	33,86	26,26
150 *м* от леса	0—10	—	—	0,04	0,32	1,58	10,90	27,26	59,90
	15—25	—	—	1,78	5,24	10,08	26,50	24,80	31,60
Пашня	25—35	—	—	2,02	5,76	19,82	29,78	15,84	26,78
	40—50	—	—	3,94	10,76	17,36	26,30	19,80	21,78
Залежь	0—10	6,14	1,38	1,10	1,16	4,10	13,94	29,64	42,54
	15—25	—	—	1,20	2,02	6,42	21,14	36,20	33,02
	25—35	—	—	1,52	2,54	8,26	37,80	26,20	23,66
	40—50	—	—	1,84	5,06	39,58	33,54	17,06	2,92
Лесополоса	0—10	3,86	2,66	0,96	1,14	4,16	14,68	32,04	40,50
	15—25	—	0,22	1,58	6,04	11,96	26,54	28,74	24,92
	25—35	—	0,36	3,66	12,42	23,14	26,84	14,24	19,34
	40—50	—	—	3,12	5,48	20,44	28,18	16,20	26,58
В дубовом лесу 75—80 лет	0—10	—	7,28	25,84	23,66	17,74	11,86	4,72	8,90
	15—25	3,04	8,58	23,32	17,84	16,76	14,42	8,70	7,34
	25—35	—	3,62	18,78	18,06	20,10	20,60	8,64	10,20
	40—50	—	1,70	8,08	14,96	21,96	27,68	13,90	11,74

Участие в составе лесной почвы дубового древостоя 75—80 лет водопрочных агрегатов диаметром от 1 до 5 *мм* в верхнем горизонте на глубине до 10 *см* равняется 67%, на глубине от 15 до 25 *см* —57% и, наконец, на глубине 25—35 *см* — также 57% от общей навески почвы в этом горизонте. Структурные отдельности диаметром от 1 до 10 *мм* под пологом леса в верхнем горизонте (до 10 *см*) достигают 74%, на глубине 40—50 *см* —46,7%. На восьмилетней лесной полосе доля участия агрегатов от 1 до 10 *мм* на глубине до 10 *см* составляет 8,22%, на глубине 15—25 *см* —19,8%, на глубине 25—35 *см* —39,6% и на глубине от 40—50 *см* —29%, т. е. в 3—6 раз меньше, чем в лесу. В поле, где систематически ведется пахота, агрегатов от 1 до 10 *мм* на глубине от 0 до 25 *см* всего 2—17% от навески почвы. Здесь преобладают частицы диаметром меньше 0,25 *мм*.

Содержание водопрочных структурных частиц в пахотном горизонте почвы (0—20 *см*) уменьшается по направлению от лесной полосы к середине поля: в почве на полях, окаймленных лесными полосами, их больше, чем на полях аналогичного севооборота в степи.

Такой сильный фактор, как ветер, изменяет совокупность факторов, действующих положительно на гидрологический режим территорий с развитой сетью полезащитных полос. В свою очередь, и сами полезащитные полосы дополнительно собирают влагу из воздуха за счет изморози и конденсации водяных паров и еще больше обводняют территорию, прилегающую к полосам (рис. 3).

Полосы улучшают свойства почвы как непосредственно под насаждением, так и в поле. Мысль о деградации черноземов под влиянием лесной растительности высказал С. И. Коржинский в 1887 г.; позднее В. В. Докучаев (1901) писал, что лесные земли в лесостепи не являются деградированным черноземом, а представляют самостоятельный тип и существуют издавна. Н. И. Прохоров (1906), наоборот, высказал мысль о деградации черноземов в древостоях Теллермановской рощи. Однако П. Н. Крылов (1915) считал, что черноземы образовались из лесных земель.

С этого времени и началось изучение влияния лесных насаждений на почву. После С. И. Коржинского об ухудшении почвы под влиянием леса писал В. В. Геммерлинг (1910). Он полагал, что в районах подзолистых, лесостепных и степных почв процессы почвообразования под лесом происходят в условиях кислой реакции среды и в конечном результате неизбежно приводят к образованию подзола. Точка зрения В. В. Геммерлинга была развита С. А. Яковлевым (1914) при исследованиях в предгорьях Кубани. М. Е. Ткаченко (1908), изучая влияние дубовых, еловых и лиственничных посадок 34—42 лет на Новосильской опытной станции и в с. Моховом Орловской области, установил довольно резкую деградацию черноземов, проявившуюся гнездами. Содержание гумуса под пологом насаждений падало с глубиной наиболее сильно под дубовыми лесами. Наряду с этим уменьшилась глубина залегания карбонатов.

К. П. Горшенин (1924) на основании изучения черноземов Западной Сибири, находившихся под влиянием 20-летних сосново-березовых посадок, считал, что количество перегноя в гумусовом горизонте и мощность последнего под влиянием леса первоначально возрастают, а затем уменьшаются. Структура почвы начинает утрачивать отчетливость. С увеличением гумуса в первое время почвы обогащаются поглощенным кальцием, но в дальнейшем количество его довольно быстро уменьшается. Процесс выщелачивания кальция начинается сверху и постепенно распространяется вглубь, понижая одновременно горизонт

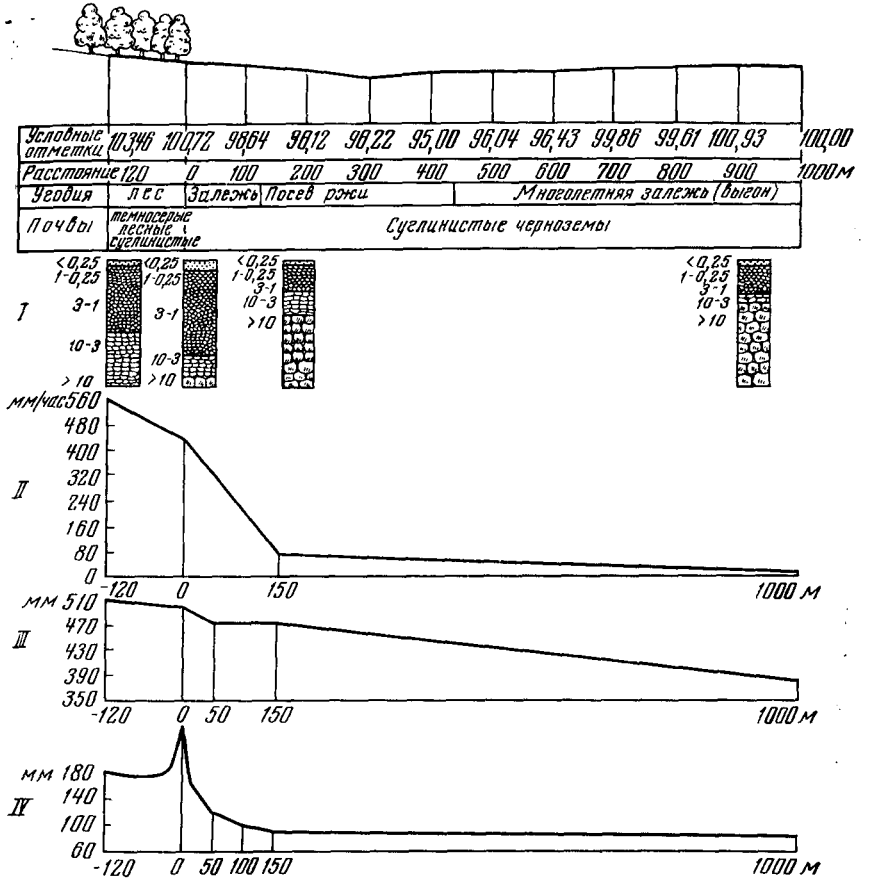

Рис. 3. Влияние леса на влажность почвы и ее строение

I — содержание структурных отдельностей в гор. A'_1 %; *II* — впитывание влаги при 10° С, *мм/час*; *III* — запас влаги в 200-сантиметровой толще почвы на 23.IX 1953 г., *мм*; *IV* — запас воды в снеге перед началом таяния, *мм*

вскипания. Процесс выноса P_2O_5 протекает довольно интенсивно.

Выводы К. П. Горшенина (1924) до известной степени подтвердил Г. М. Тумин (1930), который на основе личных исследований признал, что лесные полосы, задерживая большое количество снега, создают благоприятные условия для промачиваемости почв и их деградации. Этому же способствует уменьшение процесса испарения, а также структура почв, долго находящихся под насаждением.

До лесоразведения все почвы Каменной степи Воронежской области относились к обыкновенным черноземам. После же 30-

летнего существования лесных полос Г. М. Тумин (1930) определил под узкими 11—21-метровыми полосами 15% почвенных разрезов с обыкновенными, 22,3% — с переходными и 62,8% — с выщелоченными черноземами. Под полосами средней ширины (42—64 *м*) по краям обыкновенные черноземы встречаются на 28% почвенных разрезов, переходные — на 24 и выщелоченные — 48%. В середине полосы обыкновенные черноземы составляют 39,7% почвенных разрезов, переходные — 22,6 и выщелоченные — 37,7%. На межполосных пространствах переходного и выщелоченного чернозема не обнаруживается, но мощность горизонта А+В значительно больше, чем в открытой степи, и даже больше, чем под лесными насаждениями.

Г. М. Тумин нашел, что за 30 лет полосы не снизили, а даже повысили содержание гумуса в почве. Таким образом, он констатировал и отсутствие процесса деградации.

В более поздних исследованиях А. С. Бойко (1955) установил в Каменной степи увеличение содержания гумуса и в поле. Однако здесь оно по сравнению с полосой также уменьшается: в горизонте от 0 до 20 *см* в лесной полосе гумуса 10,21%, в 30 *м* от лесной полосы в поле — 9,64%, в 90 *м* от нее — 8,79%, в 150 *м* — 8,78% и в 210 *м* — 8,51%. На глубине 20—40 *см* содержание гумуса несколько снижается, но общий характер изменения его количества остается таким же, как и в слое 0—20 *см*.

По данным А. С. Бойко, структура почв в лесной полосе и на различном расстоянии от нее в Каменной степи может быть охарактеризована суммой комочков почвы больше 0,25 *мм*. Таких комочков на глубине от 0 до 20 *см* в лесной полосе 87% от общего веса почвы, на расстоянии 30 *м* от лесной полосы — 75%, 90 *м* — 74, 210 *м* — 72 и, наконец, в открытой степи под пшеницей — 67% от общего веса почвы.

Улучшение структуры почв и увеличение гумуса в межполосных полях по сравнению с обширными открытыми полями вызвано в некоторой мере и тем, что в зоне, прилегающей к опушке леса, во время осеннего листопада скапливается большое количество листвы, богатой органическими и минеральными веществами.

Одновременно с развитием идей Коржинского о деградации черноземов под лесом, появлялись работы и противоположного направления. П. С. Погребняк (1929) приходит к выводу, что длительность процесса деградации почв под лесом незначительная и быстро достигает конечной стадии. По его данным, степень деградации лесостепных почв на ближайших к полосе местоположениях (плато, склоны, овраги и т. п.) различна, так как в каждом случае действует свое соотношение факторов почвообразования (материнская порода, рельеф, растительность). А. И. Бессонов (1940) не обнаружил изменений в обыкновенном суглинистом черноземе под Камышинской водораздельной лес-

ной полосой. К этому же выводу пришел и А. Ф. Цыганенко (1947) относительно Великого Анадола.

В 1936 г. Л. Т. Земляницкий и В. П. Козлов (1937) изучали влияние искусственных насаждений на почвообразовательный процесс в Богдинском опорном пункте Краснокутской опытной станции и в Сальской лесной даче. Эти авторы указывают на несомненное улучшение лесорастительных свойств темно-каштановых почв с увеличением возраста древостоев. Б. В. Надеждина (1949) также не нашла признаков оподзоливания почв под лесом на черноземах Стрелецкой степи (Курская область).

С. В. Зонн и В. Н. Мина (1951) отвергают широко распространенное утверждение, что лес вызывает деградацию почвы. В равной мере не допускается возможность реградации лесных почв в черноземы в той полной обратимости, которую признают ряд авторов.

По результатам исследований в Велико-Анадольском лесхозе Н. И. Смольянинов (1954) также установил, что под влиянием искусственных насаждений улучшаются все основные свойства почвы (физические, физико-химические, химические и биологические), причем наиболее значительные изменения обнаружены в ее водно-солевом режиме. Из химических свойств чернозема особенно изменились под влиянием насаждений актуальная и обменная кислотности и емкость поглощения (не считая солевого режима). Емкость поглощения зависит от характера водного и карбонатного режимов, степени оглинивания и гумусирования почвенных горизонтов.

Идея использования насаждений в качестве средства, улучшающего естественное плодородие почвы, для русского лесоводства не нова. Об этом говорил еще М. В. Ломоносов, затем Г. Ф. Морозов, а за последнее время — Л. Т. Земляницкий, П. С. Погребняк, С. В. Зонн и др.

Известно, что смешанные насаждения продуктивнее и устойчивее, чем чистые. Предложения об использовании смешанных насаждений для повышения плодородия почв и увеличения продуктивности древостоев внес в 1932 г. Н. Н. Степанов. По его мнению, путем подбора древесных пород можно изменять лесорастительные свойства почвы. П. С. Погребняк (1929) приводит конкретные материалы, иллюстрирующие влияние лесов на плодородие почвы в связи с их продуктивностью.

По мнению А. А. Роде (1944), физиологической деятельностью корневой системы в значительной мере определяется интенсивность оподзоливающего воздействия растений на почву. Под пологом смешанных древостоев ведущий биологический фактор почвообразования проявляется иначе, чем в чистых хвойных и лиственных лесах. Таким образом, почвообразовательные процессы тесно связаны с составом древесных пород и географическими условиями. На севере (Омская область) при достаточ-

ной влажности почвы процессы выщелачивания выражены довольно сильно. На юге, в Богдинском пункте около оз. Баскунчак, в Каменной степи и в Мариупольском лесничестве с весьма напряженным балансом влаги лес повышает плодородие почвы. Однако и в Архангельской области не во всех случаях происходит оподзоливание. Например, под пологом сосны и ели, не говоря уже о лиственнице, на перегнойно-карбонатных почвах, сформировавшихся на известняках, оподзоливания нет. Почти отсутствуют подзолообразовательные процессы в сосняках и ельниках на суглинках, подстилаемых карбонатной мореной на глубине до 50 *см*, и резко выражены на мощных суглинистых и супесчаных сильноувлажненных почвах.

Категорическое утверждение С. В. Зонна о повсеместном улучшении почв под елью и другими древесными породами требует проверки. Несомненно одно: береза и лиственница даже на севере способствуют улучшению почв, а ель на перегнойно-карбонатных почвах оподзоливания не вызывает, но на моренных суглинках процессы подзолообразования выражены резко.

Как указывает Э. Форд (Ford, 1957), уже общепризнано, что большинство засушливых областей во всем мире пригодно для выращивания различных культур и что одной из наиболее важных форм хозяйственного использования таких территорий является выращивание леса. Даже тогда, когда нет большой надежды, что лесные посадки здесь дадут древесину в таких количествах или такого качества, какие хозяйственно необходимы, они могут сыграть важную вспомогательную роль в освоении земель под другие культуры. Однако к лесным посадкам следует приступать лишь после тщательного изучения всех сторон вопроса.

Следует указать на увеличение мощности гумусового слоя по мере приближения от середины поля к лесу. Содержание гумуса и подвижного азота в почве под лесными полосами выше, чем в почве межполосного пространства. С удалением от лесной полосы количество их падает. Содержание нитратов и поглощенных оснований в почве под насаждениями ниже, чем в поле, к середине поля оно постепенно увеличивается, а гидролитическая и актуальная кислотности уменьшаются.

В общем влияние лесной растительности на почву прилегающих полей можно считать доказанным, однако дальность его распространения, так же как и количественное выражение, еще не получили должного освещения.

В Центрально-Черноземном районе при одинаковых по количеству и интенсивности осадках впитывание воды и поверхностный сток летом меняются очень сильно в зависимости от степени смытости почвы и агротехнических приемов. При смытости всего гумусового слоя коэффициент стока увеличивается в 2 раза по

сравнению с несмытой почвой. После вспашки смытых почв инфильтрационные свойства их на некоторое время улучшаются, но затем, после уплотнения, они снова начинают ухудшаться.

Под влиянием лесных насаждений с первых же лет инфильтрация сильно увеличивается, что тесно связано с составом и возрастом насаждения. Например, в черноземную почву под пологом различных насаждений, по С. В. Зонну и Е. А. Кузьминой (1960), проникает количество влаги, приведенное в табл. 12.

Таблица 12

Изменение водопроницаемости черноземов под пашней и насаждениями в Моховом Орловской области, *мм/мин*

Объект исследований	Минуты				В среднем		
	10	10	10	30	за 1-й час	за 2-й час	за 3-й час
Ельник							
25 лет	28,8	13,44	11,52	10,56	14,24	10,40	10,08
60 лет	68,16	20,48	25,92	20,80	29,49	13,70	10,88
Дубняк							
25 лет	51,84	20,16	15,36	11,52	20,32	7,36	4,63
60 лет	73,92	20,16	18,24	15,36	26,46	12,62	9,76
Лиственница							
25 лет	41,28	12,48	8,64	6,72	13,76	4,80	4,48
60 лет	55,68	27,84	20,16	13,12	23,84	12,32	7,36
Поле, занятое сельскохозяйственными культурами	13,44	3,36	2,88	2,46	4,48	1,94	1,76

Эти данные свидетельствуют, что при кратковременном поступлении стока и осадков в лес особенно сильно поглощаются воды под пологом 60-летних дубняков и ельников.

При весеннем стоке главными причинами различной интенсивности инфильтрации воды в мерзлых почвах являются: 1) замерзание стыковой и четочной воды, которая удерживается силами поверхностного натяжения; это делает почву менее проницаемой по сравнению с талой почвой; 2) замерзание воды открытых капилляров, или капиллярной, а также гравитационной, отличающихся легкой подвижностью; в этом случае водопроницаемость почвы снижается; 3) замерзание связанной воды, находящейся в почве в пределах влажности завядания или меньше ее.

Наблюдения в различных пунктах Центрально-Черноземного экономического района показали, что почвы в лесу, в отличие от почв безлесных территорий, характеризуются большой водопоглощающей способностью. В период весеннего снеготаяния они

в состоянии поглотить как свои талые воды и осадки, так и воды, притекающие с лежащих выше полей.

Таким образом, в условиях сильновсхолмленного рельефа при сильновыраженных процессах смыва почвы, необходимо создавать водорегулирующие полосы и на середине приводораздельных склонов. Поглощая сток с верхних частей склонов, эти полосы будут способствовать ослаблению и прекращению смыва почв в нижней части.

В дополнение к водорегулирующим надо создавать полосы на водоразделах и бровках балочных склонов. Так как водоразделы рек располагаются на возвышенных местах, выращивание на них ветроломных и защитных насаждений будет особенно полезно. Необходимость лесоразведения на водоразделах усиливается тем обстоятельством, что здесь часто залегают пески.

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ

Материалы, полученные разными научно-исследовательскими учреждениями, позволяют сказать, что почвогрунты под лесом в засушливых районах поглощают полностью воды во время весеннего снеготаяния и летних ливневых осадков. Благодаря этому в значительной степени ликвидируются и процессы эрозии.

Водный режим почвы в лесных полосах и межполосных пространствах изучался многими исследователями. Г. Н. Высоцкий (1938, 1950), Б. В. Карузин (1939) и Н. В. Родников (1940) вели наблюдения в Тимашевском опытном пункте, В. А. Бодров (1940) — на Росташевском в Саратовской области, Д. П. Бурнацкий, И. К. Винокурова и др. (1952) — в Каменной степи, А. И. Ирошников (1958) — в Велико-Анадоле, Г. Ф. Жуланов (1959) — в Ростовской области, Н. Соколова (см. Горшенин, 1938), Т. И. Алифанова (1949), С. В. Зонн (1959) и А. А. Молчанов (1962) — во многих районах лесостепной и степной зоны.

Влажность почвы изменяется в течение вегетационного периода по-разному, в зависимости от удаленности того или иного участка поля от лесного насаждения. Весной максимум ее наблюдается на расстоянии до 50—60 *м* от лесной полосы. В общем положительное влияние насаждений на влажность почвы распространяется в поле до 250 *м*, или на расстоянии 20—25-кратной высоты полос. Осенью наибольшая влажность отмечается в середине межполосного пространства.

Влажность почв приводораздельных склонов, защищенных полосой, обычно выше, чем безлесных, до глубины 30 *см* на 1,6%, а на глубине от 0,3 до 1 *м* — на 3,0%.

На содержание влаги в почве сильное влияние оказывает снежный покров, однако и в бесснежные зимы лесополоса оказывает положительное влияние. Так, при высоте полезащитных

полос 6—7 *м* и ширине 20 *м* весной отмечалось промачивание почвы дождевыми зимними осадками в полосах и в поле в среднем до глубины 100 *см*. При этих условиях летом влажность метрового слоя почвы в полосе была выше, чем в поле из-за уменьшения испарения и лучшей водопроницаемости почвы, а нижние горизонты почвы в полосе, наоборот, были суше. Но так как температура воздуха, скорость ветра и испарение в межполосных полях ниже, чем в незащищенных, запас влаги в почвах в первых оказывался выше.

Запасы влаги в почве в весенний период на зяблевой пахоте резко изменяются с удалением от стен леса (табл. 13).

Таблица 13

Запасы влаги в почве (в *мм*) под зябью на разном расстоянии от полосы (*в м*)

Глубина, *см*	7/III				15/IV					5/V
	200 *м*	100 *м*	50 *м*	25 *м*	200 *м*	150 *м*	100 *м*	50 *м*	25 *м*	
0—50	194	212	186	180	210	239	242	283	318	218
0—100	324	324	326	324	348	396	399	465	483	352
0—150	473	475	485	484	500	532	540	638	665	556

В весенний период, после исчезновения снега, наиболее сильно увлажнена почва у стены леса или лесной полосы. По мере перехода от весны к лету влажность почвы выравнивается, но все же наибольшей величины она достигает на некотором расстоянии от полосы.

В зависимости от климатических, геоморфологических, почвенных и других условий в степных и лесостепных районах на одном и том же месте возникает разнообразный водный режим. Но при всех условиях он сильно изменяется при создании полезащитных полос. Благодаря скоплению снега в лесонасаждениях почва увлажняется на большую глубину, нередко возникают потускулы, питающие грунтовые воды. При наличии полезащитных полос на склонах возникающее вертикальное и параллельное склону движение воды перекрещивается с грунтовыми водами, вызывает их противотоки и содействует повышению уровня грунтовых вод на пологих склонах.

Таким образом, на равнинах защитные лесные полосы прежде всего влияют на изменение микроклимата, улучшают водный режим почвы, а на склонах играют водорегулирующую и противоэрозионную роль.

Влажность почвы в межполосных пространствах в засушливой зоне, обусловливающая повышение урожаев на полях, находится в тесной связи с распределением снега, температурой

почвы и воздуха, влажностью воздуха, интенсивностью испарения и транспирацией растительности. Все эти компоненты взаимосвязаны с лесными полосами.

В защиту создания широких межполосных клеток на эродируемых склонах приводится довод о необходимости обеспечения длинных гонов. Вместе с тем увеличение площади полей в районах, страдающих от эрозии, может принести большой вред. Размеры поля должны прежде всего определяться с учетом эрозионной опасности. В книге «Землеустройство колхозов лесостепи», изданной в 1949 г., указывается, что значительная экономия наблюдается при длине гонов на ровных местах до 1000 *м* для малых тракторов и до 1500 *м* для самых больших. Дальнейшее увеличение гонов дает ничтожную экономию, которая сводится на нет неудобствами технического обслуживания агрегатов, в частности подвозки зерна к сеялкам и вывоза зерна от комбайнов.

При увеличении длины поля от 1000 до 1500 *м* на пахоте, севе и уборке колосовых достигается экономия времени всего 12—18 *мин* за 10-часовой рабочий день, а при длине гонов от 1500 до 2000 *м* она равняется только 6 *мин*. Экономия горючего еще меньше. Таким образом, длину гона можно уменьшить и сеялку можно заряжать через два круга.

Итак, взаимодействие между ветром, микроклиматом, мощностью и плотностью снегового покрова, промерзанием почвы и притоком теплых масс воздуха вызывает различную интенсивность снеготаяния, которая влияет на величину поверхностного стока, впитывание воды в почву и испарение. Как видим, изменение лишь одного такого фактора, как ветер, порождает изменение совокупности факторов, действующих на гидрологический режим территории. Лес, положительно влияя на гидрологический режим, резко изменяет все условия среды и, в частности, влажность почвы.

Наиболее низкая влажность почвы бывает в середине лесной полосы осенью; летом и весной она увеличивается. Чем шире лесная полоса, тем выше влажность почвы под ее пологом. В полосах шириной 110 *м* в верхнем 10-сантиметровом слое она в 1,7 раза выше, чем в полосах шириной 6,4 *м*, и в 1,2 раза выше, чем в полосах 60-метровой ширины. По мере углубления в почву разница во влажности между полосами разной ширины постепенно уменьшается, и на глубине 100 *см* она почти исчезает.

Площади под лесными полосами и массивными насаждениями к осени иссушаются тем сильнее, чем южнее и юго-восточнее они расположены.

В зоне хвойно-широколиственных лесов, особенно под сосняками, влажность почвы к осени в молодых и спелых древостоях выше, чем в поле, а в стадии жердняка и в приспевающих насаждениях ниже, чем в поле. В еловых древостоях 10—100-летнего возраста влажность почвы ниже, чем в поле. В лесостепной зоне

даже в дубовых древостоях почва нередко влажнее в молодых, 10—12-летних дубняках, в приспевающих и жердняках она суше. В южных степных и полупустынных районах влажность почвы к осени под лесными насаждениями всюду ниже, чем в поле.

УРОЖАЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОД ЗАЩИТОЙ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

Лесные насаждения способствуют повышению урожаев в засушливых областях.

При выпадении в зимнее время дождей, а не снега, прибавка урожая (в *ц/га*) в совхозе «Гигант» под защитой лесных полос ажурной и непродуваемой конструкции выразилась данными, приведенными в табл. 14. Прибавка вызвана прежде всего положительным влиянием температуры воздуха, ослаблением ветра и слабым испарением с почвы между полосами.

Данные табл. 15 иллюстрируют прибавку урожая в снежные зимы.

Таблица 14

Прибавка урожая на полях под защитой полос, *ц/га*

Расстояние от лесной полосы, *м*	Непродуваемая конструкция	Ажурная конструкция
25	4,3	3,1
50	0,3	3,4
100	0,2	0,3

Таблица 15

Прибавка урожая в зависимости от ширины полей, *ц/га*

Ширина поля, *м*	Общая прибавка с поля	Прибавка с учетом лесных полос
30	5,2	3,4
340	4,6	3,0
400	4,2	2,8
600	3,4	2,5
1000	1,9	1,4

Результаты массового обследования урожая в 1954 г. в Белгородской, Орловской, Ростовской, Саратовской, Волгоградской, Луганской, Винницкой, Одесской, Хмельницкой, Херсонской, Днепропетровской, Полтавской, Николаевской областях, в Татарской и Башкирской АССР, Молдавской и Казахской ССР приведены в табл. 16.

Трехлетные опыты М. Бендера (1957) в Ганновере также показали, что защита поля от ветра имеет большое значение в повышении и сохранении урожая. Прибавка урожая зерна ярового ячменя под защитой лесных полос составила 19,4%.

Таким образом, лесные полосы могут выполнять свои функции лишь будучи спроектированными в соответствии с физико-географическими условиями, а не с какими-либо юридическими или хозяйственными границами. Там, где это возможно, такие границы

Таблица 16

Прибавка урожая под защитой лесных полос в различных зонах, *ц/га*

Культура	Полосы		
	продуваемые	ажурные	плотные
Лесостепная зона			
Яровая пшеница	3,4	—	3,1
Просо	5,0	—	2,1
Степная зона			
Озимая пшеница	3,0	2,6	1,8
Ячмень	2,9	1,8	2,8
Овес	2,6	2,2	2,0
Просо	5,9	—	2,2
Зона сухой степи			
Озимая пшеница	4,3	3,6	2,2
Ячмень	3,2	—	2,4
Овес	5,0	—	2,5
Кукуруза в початках	4,0	2,5	1,8
Подсолнечник	2,6	2,6	—

для удобства ведения лесного хозяйства необходимо совмещать с лесными полосами.

Но не следует забывать, что создание лесных полос в то же время вызывает и определенные трудности, связанные с весьма сложными законами развития биогеоценозов. Живые организмы нельзя комбинировать в любых сочетаниях, помещать в любые географические условия.

Проектирование лесных насаждений по водосборным бассейнам должно вестись с максимальным учетом местных особенностей климата, водного режима, рельефа, почв, особенностей хозяйства, а также с учетом общей организации территории, т. е. размещения полей, дорог, населенных пунктов и т. д.

Говоря о значении лесных полос в повышении урожайности полей, уместно поставить вопрос, как влияет система полос, выраженная в том или ином проценте лесистости территории.

Многолетний опыт позволил создать в Каменной степи поля небольших размеров (8—25 *га*), окруженные старыми насаждениями с лесистостью 19% от общей площади, и крупные поля (от 40 до 120 *га*), расположенные под защитой молодых древостоев (15—20 лет) с лесистостью 10%.

Учет валового сбора, проведенный с 1945 по 1954 г., показал, что широкие лесные полосы, образующие клетки размером 250×600 *м* только в засушливые годы (1946, 1947, 1948, 1951,

1953 и 1954) способствовали на прилегающих полях повышению урожайности зерновых на 3,7 *ц/га* по сравнению с урожайностью на открытых полях (Сенкевич, 1964).

Мелкие облесенные клетки создавали климат теплицы. Поэтому в таких полях, окруженных лесом, давали самую высокую продуктивность зеленой массы подсолнечник (300—500 *ц/га*), а также картофель, кормовая свекла, бахчевые и травы. Урожай этих культур был на 40—80% выше, чем на открытых степях.

На втором участке с полями от 40 до 120 *га* урожайность зерновых всегда была выше на 5 *ц/га* против открытых полей, подсолнечника на семена — на 2,6 *ц/га* и на силос — 67 *ц/га*, сахарной свеклы — на 80—123 *ц/га* больше и картофеля — на 51 *ц/га* (Александров, 1955).

Влияние лесистости на урожай сельскохозяйственных культур в других более южных районах Европейской части СССР может быть охарактеризован показателями, взятыми нами из работы А. А. Сенкевича и частично нашими (табл. 17).

Повышенные урожаи зерновых сосредоточены на полях с самым высоким процентом лесистости, в нашем случае равном 6,3%. По мере уменьшения лесистости урожаи зерновых всюду уменьшаются.

Таблица 17

Урожай зерновых культур в зависимости от облесенности полей, *ц/га*

Облесенность полей, %	Ростовская обл., % *	Краснодарский край (1960 г.)	Сальские степи, совхоз «Гигант»	Ставропольский край, зона с байрачными лесами	Ставропольский край, зона сухих степей с каштановыми почвами
6,3	100	28,0	16,7	—	—
5,5	—	27,4	—	—	—
4,5	74	—	15,0	—	—
3,8	—	—	—	—	—
3,5	—	—	13,1	—	—
2,6	72	25,1	—	—	—
2,3	—	—	—	21,9	—
1,9	70	—	—	—	15,6
1,7	—	—	—	—	—
1,5	—	—	—	15,1	15,1
1,3	—	—	—	14,4	—
0,9	—	—	—	12,9	—
0,7	—	—	—	—	—
0,6	—	—	—	—	13,8
0,4	—	—	—	—	13
0,3	54	—	—	—	—

* Наши данные.

Обеспечение научно обоснованной системы ведения лесного хозяйства позволит в значительной степени повысить валовой сбор урожаев и обеспечить дополнительный сбор зерновых в пределах 18—20% против открытых, не защищенных лесными насаждениями сельскохозяйственных полей.

Экономическая оценка защитных насаждений, призванных выполнять водоохранные и климаторегулирующие функции, учитывавшаяся в прошлом как «невесомая полезность», в настоящее время получает вполне реальное выражение. Полезность леса можно конкретно оценить, например, в виде сокращения ущерба от пыльных бурь, суховейных ветров, предотвращения эрозионных процессов, устранения селевых потоков в горах и, наконец, недопущения заиления и обмеления рек и водохранилищ.

Охрана вод, почв и улучшение местного климата того или иного района при содействии лесонасаждений способствуют прибавке урожаев сельскохозяйственных культур, обеспечивают бесперебойную работу ирригационных систем, водного транспорта и сокращение расходов по эксплуатации автомобильного и железнодорожного транспорта. К тому же сами насаждения ежегодно дают древесину для удовлетворения нужд народного хозяйства.

ОСОБЕННОСТИ СТОКА ВОДЫ С МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ В СВЯЗИ С РАЗЛИЧНОЙ ОБЛЕСЕННОСТЬЮ

Сток с любого водосбора тесно связан с глубиной вреза русла в геологические напластования, а также с климатическими условиями территорий, на которых расположены реки. В районах с влажным климатом глубина залегания грунтовых вод уменьшается, в засушливых, наоборот, увеличивается.

Формирование и регулирование стока на водосборных бассейнах находится в тесной зависимости от величины грунтового стока. Его запасы, помимо зонального распределения рек, зависят от инфильтрационной способности почвы. Бассейны, сформировавшиеся на глинистых отложениях, меньше всего регулируют сток, а супесчаные и песчаные, наоборот, лучше всего переводят поверхностные воды в грунтовые и поэтому особенно увеличивают сток рек в меженный период.

На размеры стока влияют осадки — их количество, интенсивность и распределение в пространстве; почва, ее тип, состояние, подстилающая порода и рельеф местности; размер водосборного бассейна; растительный покров; вспашка почвы и специальные мероприятия по регулированию водного режима территорий. Влияние этих факторов столь сложно, что, даже если все они известны, можно лишь весьма приблизительно рассчитать создаваемые условия стока.

В тех случаях, когда конкретные условия наблюдались и исследовались в течение некоторого периода по ключевым водосборам, можно более или менее точно представить условия стока.

Очень важно предсказать наиболее сильные по интенсивности размеры стока, связанные с ливнями. Небольшие ливни выпадают весьма часто, сильные повторяются реже.

В Центрально-Черноземных областях при водотоках с глубоко врезанными в грунт руслами, прорезающими несколько водоносных горизонтов, сток не прекращается (за исключением отдельных засушливых лет) при площади водосборного бассейна около 50—60 *км*². В то же время в степной зоне, например на Волго-Донском водоразделе, устойчивая величина годового стока наблюдается при площади водосбора реки около 1000 *км*², в Приазовье — около 8500 *км*².

Доля подземного питания в годовом стоке средних и крупных рек в лесостепной зоне 50—60%, в степной — 20—30% от суммарного. В весеннем стоке она достигает 40—50% от суммарного. В степной зоне при лесистости 12% подземный сток рек составляет 12% от общего, а при лесистости 2% — только 10%.

Облесенность малых водосборов в лесостепи, на которых водотоки не дренируют грунтовые воды, не способствует продолжительности стока, а наоборот, сокращает его из-за высокой инфильтрации влаги в почву. Поэтому малые покрытые лесом водосборы в степной зоне нередко стока не дают совсем, и вода с них поступает в русла средних рек. Таким образом, в степной зоне лесные массивы и полосы способствуют пополнению запасов грунтовых вод путем инфильтрации, чего, как правило, не наблюдается в условиях полей.

В лесу скорость инфильтрации воды в почву и грунт почти в два раза больше, чем в поле. Поэтому в нем менее развита гидрографическая сеть. Например, длина ручьев в лесу во время половодья составляет 4,1 *км/км*², в поле — 9,8 *км/км*². Летом при низком стоке длина этих же ручьев на лесном водосборе составляет 2,9 *км/км*², на полевом — 5,1 *км/км*². В первом случае сокращение ручьев произошло в 1,5 раза, во втором — в 2 раза против их длины весной.

Глубина вреза ручьев в лесу весьма небольшая, в поле — значительная. Поэтому в полевом водосборе слои стока воды больше, чем в лесу, несмотря на то, что продолжительность стока там более длительная.

Леса предотвращают расчленение территории на мелкие водосборные бассейны. Чем последних больше, тем меньше расстояние между водотоками, тем скорее поступают талые воды в водотоки по поверхности почвы, тем больше смывается твердых и растворимых веществ. Поэтому леса прежде всего должны быть сосредоточены там, где существует угроза образования

густой овражной сети и где при их удалении может резко возрасти поверхностный сток и усилиться смыв почвы.

Скорость склонового стока в мелких ручьях колеблется от 5 до 15 *мм/сек*, в среднем она равна 10 *мм/сек*. В то же время средняя скорость потока в периодически действующих руслах рек достигает 3 *м/сек*, т. е. в сотни раз выше. При переходе склонового стока в русловой сильно сокращается время пребывания талых вод на поверхности земли, а вместе с этим резко снижается расход воды на испарение и фильтрацию.

При густой сети балок речная сеть обычно развивается слабо. Наиболее сильно развиты овраги и балки в районах старой земледельческой культуры, где сохранилось мало лесов.

Увеличение роста оврагов и их отвершков обусловливает уменьшение притока воды к их вершинам, что содействует прекращению роста оврагов в длину. Склоны их постепенно выполаживаются и зарастают травяной растительностью.

С развитием овражной сети возрастает сдувание снега с полей, уменьшается поверхностный сток из-за замедленного таяния. Талые воды в днищах оврагов и балок поступают на питание вскрытых ими водоносных горизонтов, уровень которых с ростом овражно-балочной сети сильно понижается. Если материнскими породами являются глины и тяжелые суглинки, которые подобно чехлу прикрывают толщу слабых песчаников, то даже при небольших объемах стока развиваются овраги и прорезают толщи этих песчаников.

Продолжительность склонового стока в зависимости от густоты гидрографической сети характеризуется данными табл. 18 (по Р. С. Петрову, 1964).

Таблица 18

Сток в зависимости от густоты гидрографической сети

Густота сети, *км/км²*	Средняя ширина бассейна, *км*	Средняя длина склона, *км*	Продолжительность стока, *сутки*
0,005	20	10	12
0,01	10	5,0	6
0,02	5	2,5	3
0,04	2,5	1,2	1,5
0,08	1,2	0,6	0,7

На продолжительность и интенсивность стока в малых водосборах влияет характер отложения снега в балки или овраги. При равномерном распределении снега произойдет одновременное таяние его и большое поступление воды в малые водотоки, что повлияет на ускорение стока и уменьшение инфильтрации. При обилии снега в гидрографической сети только небольшое количество воды поступит в сток с равнин, зато очень большая

часть будет поглощаться сугробами, под которыми вода станет двигаться медленно и в значительной степени впитается в почву. При таком снегоотложении густота речной сети будет заметно меньше влиять на продолжительность стока. Следовательно, при одинаковой густоте гидрографической сети, но различном отложении снега по водосбору может быть и различный сток. На его величину может влиять и экспозиция.

При выяснении влияния лесистости на поверхностный сток необходимо учитывать геологические напластования, залегающие у поверхности почвы, и их проницаемость для воды. Влияние густоты оврагов на сток следует изучать на малых бассейнах с сильной изрезанностью рельефа.

Формирование стока малых водотоков тесно связано с величиной подземного стока. Для большего водосборного бассейна, полностью перехватывающего грунтовый сток, уравнение стока может быть выражено такими показателями:

$$y = x - z.$$

Это уравнение становится неверным в том случае, когда площади поверхностного и подземного водосборов не совпадают. В последнем случае для малых рек оно принимает такое выражение:

$$y = x - z - y_1,$$

где x — осадки; y_1 — часть подземного стока, уходящего за пределы бассейна; y — речной сток воды; z — испарение.

Норма годового стока в лесостепной зоне остается постоянной при площади водосборного бассейна более 500 *га*. С уменьшением последней, например, до площади 50 *га* она снижается на 35%. В степной зоне постоянная норма стока устанавливается при площади водосбора более 4000 *га*. С уменьшением площади водосбора, например, до 1000 *га* она снижается на 30—40%.

Климатические факторы существенно влияют на распределение стока средних рек, полностью перехватывающих грунтовое питание. В горных условиях, несмотря на повышенное количество осадков, эффективность их сильно снижается из-за высокого испарения и повышенного стока. Увеличение количества осадков в горах в три раза увеличивает поверхностный сток в два раза, а с увеличением осадков в 6 раз коэффициент стока вырастает более чем в три раза.

Увеличение крутизны склона в два раза способствует повышению стока более чем вдвое. С удлинением склонов коэффициент стока понижается. С возрастанием количества осадков в 1,5—2 раза смыв почвы увеличивается в 4 раза.

Приведенные данные об изменении стока в зависимости от природных зон, площади водосборов и рельефа местности

свидетельствуют о необходимости учитывать их при выявлении роли леса в гидрологическом режиме территории.

При прочих равных условиях лес существенно влияет на распределение стока, способствуя увеличению продолжительности снеготаяния и перераспределению поверхностного и подземного стоков как в лесной, так и в лесостепной зонах. В лесостепной зоне, и тем более в степной, поверхностного стока в лесу почти не бывает, так как вся вода впитывается в почву и поступает в реки подземным стоком. В связи с этим облесенность малых водосборов, на которых грунтовый сток не дренируют, сокращает его вследствие высокой инфильтрации влаги в почву. Поэтому малые, покрытые лесом водосборы в степной зоне нередко стока не дают совсем. К тому же и грунтовый сток обычно выходит здесь за пределы бассейнов малых и временных водотоков и попадает в русла средних рек.

В лесостепной зоне лесные массивы, а также защитные полосы пополняют запасы грунтовых вод, которые, растекаясь по сторонам, способствуют увеличению стока рек с руслами, находящимися ниже уровня грунтовых вод. Лесистость в лесостепной зоне предохраняет водосборы от образования оврагов, эрозии русел рек и почв и тем самым уменьшает твердый сток.

По наблюдениям в 1938, 1939 и 1940 гг. в Орловской области (Харитонов, 1959), средний коэффициент поверхностного стока талых вод с необлесенного водосбора площадью 426 *га* равен 0,48 (с колебаниями от 0,18 до 0,80), а с водосбора в 204,4 *га*, облесенного на 17%,— 0,48, по берегам балки — 0,07 (с колебаниями от 0,0 до 0,20) [1].

Южнее, в лесостепной и степной зонах на темно-серых лесных почвах и черноземах, сформировавшихся на лёссовидных суглинках, коэффициент стока в зависимости от процента лесистости водосборных бассейнов меняется также весьма существенно (табл. 19).

Таблица 19

Коэффициенты весеннего стока на малых водосборных бассейнах с различной лесистостью дубовых насаждений в весенний период

Почвы (автор)	Лесистость, %						
	0	10	20	40	60	80	100
Темно-серые лесные суглинистые почвы (А. А. Молчанов) . . .	0,65	0,25	0,14	0,09	0,07	0,07	0,05
Мощные черноземы (И. П. Сухарев)	0,51	0,27	0,15	—	—	—	—
Черноземы обыкновенные (А. А. Молчанов)	0,75	0,15	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06

[1] Лес по берегам балки на 7% состоит из дубовых древостоев, на 5% из смешанных (липа, лиственница, береза, дуб, сосна, ель), на 3% из березовых и на 2% из сосновых насаждений.

В степной зоне на обыкновенных черноземах весенний и годовой коэффициенты стока при запасах воды в снеге 125 *мм* в годовых осадках 437 *мм* выражаются такими показателями:

Лесистость, %	0	10	20	40	60	80	100
Коэффициент весеннего стока	0,69	0,25	0,17	0,11	0,07	0,06	0,06
Коэффициент годового стока	0,38	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	0,04

В данном примере безлесные площади использовались под выпас скота (выгон) (Молчанов, 1957).

При распашке безлесных площадей поверхностный сток на них заметно меньше, а при лесистости 40% и более он совпадает со стоком водосборов, занятых выгоном и лесом. При годовых осадках 542 *мм* и в зимне-весенний период 200 *мм* сток в связи с изменением лесистости нами выявлен следующий:

Лесистость, %	0	10	20	40	60	100
Коэффициент стока	0,21	0,12	0,10	0,07	0,06	0,04

В Ершово Саратовской области сток в зависимости от лесистости характеризуется такими величинами (Львович, 1963)

Лесистость, %	0	5	10	15	20
Сток, %	100	72	41	30	8

По материалам Богуславской станции, расположенной на юге Киевской области, в бассейне р. Рось (Ревера, 1965), слой годового стока и его коэффициент в зависимости от процента лесистости в условиях овражно-балочного рельефа на средне- и малогумусных черноземах и серых лесных бескарбонатных почвах выражается следующими данными (при средней сумме осадков 533 *мм*, а в теплый период года — 362 *мм*):

Залесенность водосбора, %	0	7	10	65	90	100
Величина стока, *мм*	64,5	54,4	63,4	22,8	27,9	14,3
Коэффициент стока	0,12	0,10	0,12	0,04	0,05	0,02

В среднем зимне-весенний сток составляет 60—85% годового. Коэффициенты зимне-весеннего стока для залесенных водосборов колеблются от 0,01 до 0,53.

В Придесненской станции на Украине на безлесных площадях коэффициент стока равен 0,70, при лесистости 30% — 0,20 и при лесистости 100% — 0,08.

Лесные насаждения оказывают существенное влияние на весенний поверхностный сток, но оно было бы более сильным, если бы лесные полосы не располагались произвольно. В тех случаях, когда лесные посадки расположены поперек склона и на рассчитанном расстоянии, поверхностный сток сводится к нулю.

Максимальный секундный расход воды на свежей пахоте и на задернованной вырубке, не вытоптанной скотом, от рельефа местности не зависит. На сильносмытой, на всю толщу гумусированного слоя уплотненной почве расход воды возрастает в два раза. В лесу, даже при всхолмленном рельефе, сток воды приравнивается к стоку со свежей пахоты на равнинах. Зяблевая пахота поперек склонов уменьшает сток воды при весеннем снеготаянии в степных засушливых районах более чем в три раза, в районах лесостепи, в частности в Грибановском районе Воронежской области,— более чем в два раза против уплотненных почв, не подвергавшихся осенней вспашке (Львович и др., 1961).

В лесостепной зоне около Борисоглебска максимальный модуль стока с полей без зяблевой пахоты при весеннем снеготаянии достигает 12 *л/сек*, в северной части лесостепной зоны (Тульские засеки) он повышается до 13 *л/сек*, под пологом дубовых древостоев он равен 0,31, под осиновыми — 0,29 и ясеневыми — 0,18.

Экспериментальные исследования водного баланса на Курском стационаре Института географии АН СССР, проведенные А. М. Грин, Т. А. Савельевым и Е. П. Черниковым в 1965 г., показали следующее изменение коэффициентов стока при различном использовании земель:

Лес	0	Целина, используемая под выпас	0,52
Зябь	0,30	Целина косимая	0,50
Стерня	0,79	Целина некосимая	0,17
Озимь	0,85		

Как видим, существенно влияет на сток зяблевая пахота. Сток с зяби в 2,5 раза меньше, а с озими на 10% больше, чем со стерни.

Смыв почвы находится в более тесной зависимости от состояния ее поверхности, от типа почвы и растительности, чем величина поверхностного стока. Высокий смыв почвы наблюдается с озими (1536 *кг/га*), меньше — с зяби (348 *кг/га*), еще меньше — со стерни (129 *кг/га*) и выпасаемой целины. Весьма небольшой смыв наблюдается с косимой и некосимой целины (3 *кг/га*); в лесу его нет совсем.

Эти данные также позволяют сказать, что в засушливой зоне и в районах неустойчивого увлажнения значительная роль принадлежит агролесомелиорации. С ее помощью можно полностью зарегулировать сток рек, используя территории меньше, чем при создании водохранилищ для регулирования всего речного стока [1].

[1] Регулирование речного стока путем водохранилищ потребует под водное зеркало около 1 млн. *км*^{2}. С этим вряд ли можно согласиться, тем более что и испаряемость воды сильно возрастет.

В засушливых областях выращивание сельскохозяйственных продуктов тесно связано с водным балансом территории, который также определяется агролесомелиоративными мерами. Обеспечение оптимальной лесистости благоприятствует выполнению обеих задач и наряду с этим устранит эрозионные процессы, удовлетворит запросы народного хозяйства в древесине и повысит урожай культур.

Леса различного состава, возраста и сомкнутости по-разному выполняют свои водоохранные функции. При одинаковой лесистости эффективное управление водным балансом связано с равномерным распределением лесов по площади.

При равномерной лесистости в размере 25—30% можно полностью перевести подавляющую часть поверхностного стока в почвогрунт. Однако в отдельных районах при равнинных условиях и легком механическом составе почвы процент лесистости может быть уменьшен. На суглинках он будет зависеть от степени смытости почвы весенними водами.

Так как с севера на юг эродированность площадей возрастает, а с удалением на юго-восток уменьшается, лесистость должна соответствовать овражно-балочной сети. Она может меняться и ввиду целевого назначения территории. Поэтому в лесостепной зоне, где очень сильно развита овражно-балочная сеть, вызывающая сильную всхолмленность, лесистость может достигать 30—35%. В районах со средневсхолмленным рельефом она доводится до 25% и со слабовсхолмленным — до 10%, а на севере в условиях слабовсхолмленного Центрально-Черноземного района — до 5%.

Темно-серые лесные почвы и черноземы обыкновенные под лесом отличаются хорошо выраженной структурой. Поэтому роль дубовых лесов в уменьшении плоскостного стока выражена еще сильнее, чем сосновых в зоне хвойно-широколиственных лесов.

Поверхностный сток сильно меняется в зависимости от механического состава почвы. На тяжелосуглинистых и глинистых почвах сток на малых водосборных бассейнах зоны хвойно-широколиственных лесов площадью 15—20 *га* изменяется в зависимости от степени разрыхленности почвы корнями древесных пород. Под пологом еловых древостоев с поверхностно развитой корневой системой он обратно пропорционален лесистости.

На почвах более легкого механического состава сток под пологом еловых древостоев с увеличением лесистости от нуля до 50% резко сокращается, а затем, с дальнейшим увеличением лесистости, уменьшается слабо. Это явление выражено тем сильнее, чем больше пронизана почва корневой системой.

Под пологом сосновых древостоев, приуроченных к той же зоне хвойно-широколиственных лесов, на водосборах площадью 15—20 *га* поверхностный сток резко падает при изменении процента лесистости от 0 до 25. На супесчаных почвах под пологом

сосновых древостоев с увеличением лесистости до 20% он уменьшается очень сильно, а затем также уменьшается, но заметно слабее, чем на суглинистых почвах (рис. 4).

Влияние эксплуатации леса на увеличение поверхностного стока в лесостепной зоне продолжается 3—4 года, а после зарастания вырубки постепенно сокращается до проведения осветления молодняков (табл. 21). Поверхностный сток уменьшается с увеличением прироста органической массы на единице площади. Он устраняется при большой инфильтрационной способности почвы, наличии углублений на ее поверхности, плотным растительном покрове или присутствии слоя растительных остатков.

После рубки леса в низовьях водосбора коэффициент стока повысился в первый же год до 0,131. На четвертый год после рубки в низовьях водосбора при общей площади вырубки в размере 17% коэффициент поверхностного стока возрос до 0,23. Резкое повышение было связано и с тем, что к этому времени было проведено первое осветление коридоров от древесных пород.

При сплошной вырубке на площади 2,5 *га* коэффициент стока в первый же год после рубки повысился до 0,37 вместо 0,05—0,06 в древостое, не пройденном рубкой. К концу третьего года он увеличился до 0,44. В дальнейшем резко усиливается зарастание площади водосбора древесной растительностью. Это способствует снижению коэффициента поверхностного стока до 0,16 и 0,08. Перечисленные коэффициенты соответствуют площадям с ненарушенной при трелевке почвой, так как подтаскивание лесоматериалов трактором осуществлялось при глубоком снеге. В процессе трелевки поверхность почвы сильно повреждается и на склонах коэффициент стока повышается в 1,5—1,8 раза.

Таким образом, деятельность человека вызывает изменение круговорота воды по отдельным элементам водного баланса. Расход воды с площади увеличивается за счет стока при снижении расходов влаги на суммарное испарение и особенно на транспирацию. Изучение стока на тяжелосуглинистых почвах в пределах южной тайги показало, что он помимо облесенности зависит и от степени заболоченности территории (табл. 20).

Считается, что расход воды на поверхностный сток зависит от крутизны склона. Это верно лишь в том случае, когда поверхность почвы уплотнена в одинаковой степени, имеет одну и ту же структуру и, наконец, склоны любой экспозиции не отличаются по составу и степени покрытия почвы травяной растительностью. Фактически пологие склоны быстрее покрываются густой растительностью, чем крутые [1]. Склоны южной экспозиции отличаются

[1] Доказательством этого может служить смыв почвы, тесно связанный с крутизной склонов. При крутизне 1° и меньше смыв почти не наблюдается. На склонах 2—3° он достигает заметных размеров (4—5 *м³/га*). При крутизне склонов 3—4° ежегодный смыв почвы изменяется в пределах 15—20 *м³/га*, при 4—6° он составляет 35—40 *м³/га*.

более редким травостоем, чем северные. Поэтому объем поверхностного стока существенно меняется в зависимости от экспозиции, степени зарастания растительностью склонов и крутизны. Несмотря на то, что к моменту снеготаяния на склонах южных экспозиций запасов воды в снеге меньше, чем на теневых северных, коэффициенты стока на первых выше.

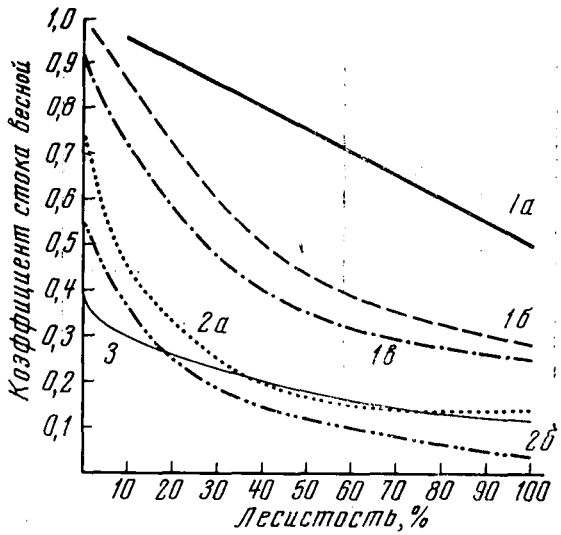

Рис. 4. Сток в зависимости от процента лесистости и механического состава подзолистых и дерново-подзолистых почв в зоне хвойно-широколиственных лесов

1 — ель: *а* — на глине, *б* — на тяжелых суглинках, *в* — на средних суглинках; *2* — сосна: *а* — на суглинках, *б* — на супесях; *3* — зябь в поле и среди леса

На безлесных площадях поверхностный сток сильно меняется по годам в зависимости от экспозиции склонов, глубины промерзания почвы, запасов воды в снеге и осадков, выпадающих в период снеготаяния.

Весенний поверхностный сток на северо-западных склонах с темно-серыми почвами и на юго-восточных склонах со светло-серыми почвами характеризуется средними показателями, основанными на 8-летних наблюдениях в зоне лесостепи (табл. 21).

На южных склонах при быстром таянии снега поверхностный сток выражен сильнее, чем на северных. Замедленное снеготаяние на западных склонах способствует повышенному поглощению воды почвой. В силу этого на южных склонах лесостепной зоны даже в лесу густота балок достигает 20 и более на 1 *км*, на западных — 7, на восточных — 2 и на северных склонах — 1,5.

Таблица 20

Средний годовой коэффициент стока в Южной тайге на заболоченных почвах

Распределение площадей, в %			Состав древостоев	Почва	Осадки, *мм*	Коэффициент стока	Испарение, *мм*
лес	болото	пашня					
100	0	0	10Е	Тяжелосуглинистая дерново-подзолистая . . .	566	0,30	345
75	25	0	8Е2С	Тяжелосуглинистая, дерново-подзолистая . . .	610	0,29	380
2	11	87	Кустарники	Тяжелосуглинистая, пахота вдоль склона	608	0,50	310
0	100	0	—	Верховое болото, торф мощностью 1,5 *м* на глине	596	0,23	445
70	3,5	25	5Е4Б1С	Суглинистая дерново-подзолистая	657	0,38	350
100	0	0	6С4Е + Б	Супесчаные на суглинках	566	0,40	293

На изменение поверхностного стока существенно влияют гидрологические особенности склонов различных экспозиций, а также всхолмленность водосборного бассейна и степень смытости почвы. Изучение стока на водосборных бассейнах лесостепной зоны при различной облесенности балок и степени эродированности почвы в зависимости от всхолмленности территорий показало существенные различия в его коэффициентах (табл. 22).

В дополнение к таблице отметим, что, по приблизительным посчетам, в Центрально-Черноземном районе имеется около 1 млн. *га* средне- и сильносмытых почв, на которых в данное время отсутствует гумусовый горизонт. На площади 4 млн. *га* в результате эрозии потеряна половина гумусового слоя. К тому же площадь оврагов ежегодно увеличивается до 9 тыс. *га*.

Таблица 21

Весенний поверхностный сток

Экспозиция склонов	Запас воды в снеге, *мл*	Осадки во время снеготаяния, *мм*	Общий запас осадков, *мм*	Поверхностный сток, *мм*	Коэффициент стока	Промерзание почвы, *см*	Крутизна склонов, °
Юго-восточная . .	108	21	129	48	0,38	18	6,5
Северо-западная . .	125	21	146	36	0,24	29	4,5

Таблица 22

Коэффициент весеннего стока в лесостепной зоне при зимних осадках 185 *мм* на водосборных бассейнах площадью 15—18 *га*

Степень расчлененности водосборных бассейнов и длина гидрографической сети	Крутизна склонов, °	Степень смытости почвы	Лесистость, %					% покрытия почвы травяным покровом
			0	10	30	50	80	
Очень сильная, 3 *км/км²*	30	Очень сильная	0,63	0,36	0,24	0,20	0,18	0
Сильная, 2 *км/км²*	25—27	Сильная	0,49	0,27	0,20	0,17	0,15	Ед.
Средняя, 1 *км/км²*	15—19	Средняя	0,45	0,20	0,16	0,14	0,08	25
Слабая, 0,5 *км/км²*	5—8	Слабая	0,28	0,16	0,12	0,09	0,04	43
Очень слабая, 0,2 *км/км²*	2—3	Очень слабая	0,20	0,12	0,08	0,05	0,03	75
Слабая, 0,5 *км/ км²*	5—8	Очень слабая (выгон)	0,65	0,25	0,08	0,07	0,07	—

По данным агрохозяйственного исследования, здесь, подвержены средней и сильной эрозии 5% пашни и 16% выгонов и пастбищ. По данным Г. П. Сурмач (1961), за последние несколько десятилетий из пашни в бросовые земли в Орловской области перешло 54 тыс. *га*, в Курской — 44 тыс. *га*.

Каждая степень всхолмленности в табл. 22 была представлена четырьмя различными по облесенности водосборными бассейнами, начиная от полностью безлесного. Все бассейны замыкались треугольными тонкостенными водосливами, сделанными из листового железа толщиной 0,5—1,0 *см* и забитыми в почву на глубину 75 *см*. Коэффициенты стока установлены путем графической интерполяции. Данные по стоку относятся только к одному 1952/53 гидрологическому году. Более продолжительные наблюдения, естественно, уточнили бы данные одного года. Однако отмеченная закономерность, бесспорно, остается, а изменяются лишь абсолютные величины коэффициента стока. Поэтому считаем возможным прогнозировать водопоглотительную лесистость в зависимости от всхолмленности водосбора:

Всхолмленность	*Лесистость, %*
Очень сильная	25—30
Сильная	20—25
Средняя	15—20
Слабая	10—15
Очень слабая	10—5

Очень высокий поверхностный сток наблюдается в сильно пересеченной местности со склонами крутизной 30° при отсутствии развитого почвенного покрова с незначительной инфильтрацион-

ной способностью почвы, отсутствием растительного покрова, незначительными и немногочисленными углублениями на поверхности почв при отсутствии прудов и болот.

Высокий сток отмечается при холмистом рельефе с уклоном 20—30°, при медленном поглощении воды глинистой почвой с низкой инфильтрационной способностью, при наличии на водосборе от скудного до удовлетворительного растительного покрова, занимающего не более 10% площади. Поверхностное задержание воды в углублениях почвы незначительно. Система водотоков выражена определенно. Пруды и болота отсутствуют.

Нормальный сток бывает при волнистом рельефе с крутизной склонов от 5 до 10° (почвы нормально развитые, суглинистые, с хорошей инфильтрацией, свойственной степным почвам). Лесной и травяной растительностью покрыто до 50% дренируемой площади. Поверхностное задержание воды микроуглублениями значительное. Сток аналогичен стоку в типичных степных районах, где пруды и болота занимают около 2% площади.

Низкий сток приурочивается к сравнительно ровным водосборам крутизной менее 5°. Инфильтрация воды в почву хорошая. Почвы глубокие — песчаные и супесчаные, быстро поглощающие воду. Растительность лесная и травяная, хорошо развитая, занимает около 90% дренируемой площади. Поверхностное задержание воды в микропонижениях сильное. Сток выражен недостаточно ясно. Встречаются обширные затопляемые поймы, а также многочисленные озера и болота.

На склонах водосборных бассейнов очень часто бывают разные угодья с неодинаковым агрохимическим фоном. Сочетания этих угодий в ландшафтах возможны самые различные: например, сочетание леса с полем, при котором леса сосредоточены сплошными массивами то внизу, то вверху склона; лес может располагаться по площади прерывистыми группами или колками; безлесное пространство может быть представлено площадями с различным агротехническим фоном. Все это, естественно, отражается на поверхностном стоке, тем более, что различные угодья с неодинаковым агрофоном полей характеризуются разными коэффициентами стока в одном и том же водосборе и на одной почве.

Коэффициент стока с различных угодий в Орловской области приводится в табл. 23. При сильном осеннем увлажнении в 1958 г. запасы воды в метровом слое почвы колебались от 150 до 120 *мм*. В этих условиях коэффициент стока в 1959 г. на склоне крутизной 3—3,5° колебался от 0,73 до 0,84, а его величина в абсолютном выражении составила 115 *мм*. При менее увлажненной почве в 1960 г. с осадками в виде снега и дождя от 115 до 151 *мм* на склоне крутизной 1,5—2,5° сток был заметно меньше, а в 1961 г. при сильном увлажнении почвы, но небольших запасах воды в снеге (около 30 *мм*), он был наименьшим.

Таблица 23

Коэффициент стока на слабосмытой почве при различной вспашке в период весеннего снеготаяния

(Новосибирская опытная станция) по В. Н. Дьякову, 1964

Способ обработки почвы и характер покрова	Год наблюдений		
	1959	1960	1961
Обычная вспашка вдоль склона	—	0,60	0,48
Обычная вспашка поперек склона	—	0,59	0,25
Глубокая вспашка вдоль склона	—	0,42	0,07
Глубокая вспашка поперек склона	—	0,20	0,00
Поздняя вспашка на глубину 20—22 *см*	0,74	—	—
Ячеистая вспашка	0,73	—	—
Озимые	0,80	—	0,54
Стерня	0,77	—	—
Залежь	—	0,13	0 61

Поверхностный сток изменяется и в зависимости от степени защиты полей лесными полосами (табл. 24).

В полях севооборота, окаймленных лесными полосами, весенний и летний смыв почвы всегда значительно меньше, чем в открытой степи.

Наибольший смыв всегда наблюдается с оголенной почвы, а также с площадей, занятых многолетними травами в первый год их роста, в дальнейшем он под ними полностью прекращается. Смыв почвы на пару достигает очень больших размеров.

В севообороте с лесными полосами урожай со слабосмытых почв равняется 11,5 *ц/га*, среднесмытых — 9,0 сильносмытых —

Таблица 24

Характер весеннего стока с мелиорированного и немелиорированного водосборов

(Новосибирская зональная станция) по В. А. Каргову

Элемент учета	1959 г.		1960 г.	
	мелиорированный	немелиорированный	мелиорированный	немелиорированный
Площадь водосбора, *га*	243	227	243	227
Начало стока	28.III	26.III	31.III	30.III
Окончание стока	14.IV	19.IV	15.IV	28.IV
Продолжительность стока, дни	17	24	16	20
Величина стока, $м^3/га$	200	395	500	1078
Процент стока	10	31,5	37,6	79,1
Величина смыва, *т/га*	Наблюдений не было		0,32	1,38

6,2 *ц/га*; в севообороте без лесных полос соответственно 8, 6, 2 и 4 *ц/га*. Все данные о поверхностном стоке неопровержимо доказывают, что лесные полосы или массивы весьма существенно влияют на уменьшение поверхностного стока и смыва почвы в период весеннего снеготаяния и ливневых осадков. Они являются весьма эффективным фактором, содействующим переводу поверхностного стока в грунтовый, и тем улучшают водный режим почв в полях. Предпочтительно равномерное распределение лесов.

Способы обработки могут усилить впитывание воды в почву. Особенно эффективна глубокая вспашка поперек склона и гребнистая.

Все изложенное позволяет сделать выводы, что интенсивность и размер стока зависят от количества и интенсивности осадков и распределения их во времени и пространстве, температуры воздуха, разностей почв и их состояния, подстилающей породы и рельефа местности, способов обработки почвы и специальных мероприятий по регулированию водного режима.

Анализ стока на малых водосборах показал, что его величина зависит от многих факторов; поэтому не всегда она находится в тесной функциональной зависимости от процента лесистости водосбора.

Сток зависит от водопроницаемости почвы, залегающих под ней геологических напластований, степени расчлененности территории оврагами и балками, распределения снега по поверхности земли в связи с овражно-балочной сетью и размещения лесов по площади водосборного бассейна. Сток зависит от состава древесных пород на водосборе, возраста и сомкнутости древостоев, всхолмленности водосбора.

Мы видим, что при сочетании различных угодий на склоне водосбора сток происходит скачками, то понижаясь, то повышаясь. Перед поступлением воды в гидрографическую сеть различное влияние на общий сток склона окажут угодья в нижней части склона. Если здесь находятся достаточные массивы леса, коэффициент стока будет наименьшим; если леса расположены прерывисто в широтном и долготном направлении, очевидно, коэффициент стока будет средневзвешенным. Близок к средневзвешенному и коэффициент стока, если в верховьях или на одном боковом склоне растет лес, а внизу или на другом боковом склоне имеется совокупность участков с различным агротехническим фоном.

В общем сток на склонах изменяется скачкообразно. При переходе от одного угодья к другому он зависит от степени изменения растительности и ее состава.

В лесостепных и степных условиях колебания стока в зависимости от вида угодий и агротехнического фона на них будут выражены еще резче.

Необходимо учитывать, что леса могут эффективно предотвращать сток и эрозию, если они получают должный уход и правильно используются. Наиболее благоприятный гидрологический режим обеспечивает лес в естественном состоянии. Рубка сама по себе не очень сильно снижает водоохранные свойства, однако вывоз древесины и других продуктов и связанное с этим разрушение подстилки создает определенную опасность увеличения стока и эрозии. Возникающая плоскостная эрозия происходит под влиянием кинетической энергии движущейся воды — как ударов дождевых капель, так и воды поверхностного стока. Количество отделенной почвы пропорционально ее склонности к разрушению и эффективности фактора, вызывающего отделение.

Масштабы перемещения почвы лимитируются количеством отделенной почвы и пропорциональны легкости ее переноса, а также эффективности фактора, вызывающего перемещение. С другой стороны, степень эрозии обратно пропорциональна устойчивости почв против размывания и перемещения под влиянием осадков.

Связь почвы с грунтом нарушается различными путями. Наиболее важным фактором отделения почвы являются, вероятно, падающие дождевые капли. Чем больше их размеры и чем стремительнее их падение, тем больше их энергия и тем более эффективным фактором отделения они являются.

Тонкий слой воды, стекающей по поверхности почвы, вряд ли был когда-либо решающим фактором отделения, так как скорость течения воды редко превышает 0,4 *км/час*. Однако концентрированный поток воды может обладать огромной энергией, поскольку его скорость (6 *км/час* и более), а также масса могут стать очень большими. Потоки, вероятно, обусловливают наибольшую часть всего отделения почвенных частиц.

Вода обычно находится в турбулентном движении. Вследствие этого всякая почва, которая увлекается ею, находится во взвешенном состоянии, и по ложу перекатываются даже крупные камни. Эродирующая сила потока пропорциональна квадрату его скорости и массе воды, проходящей в единицу времени.

В лесу устойчивость почвы против эрозии исключительно велика. Лес задерживает осадки, распыляет капли, уменьшает скорость их падения. При рациональной обработке почвы поперек склонов или задернении склонов можно наблюдать уменьшение слоя стока.

Исследования показали, что с гидрологических и противоэрозионных позиций размеры полей в 400×500 и в крайнем случае 500×1000 *м* оптимальны. При более широких и длинных полях поверхностный сток начинает существенно возрастать. Этот порог следует признать предельным для ширины полей, исходя из изменения коэффициента поверхностного стока. Ниже приводит-

ся коэффициент годового стока в зависимости от размеров полей, окруженных лесом, в Воронежской области:

Размер поля, *м*	Коэффициент стока	Размер поля, *м*	Коэффициент стока	Размер поля, *м*	Коэффициент стока
100×100	0,02	500×500	0,06	30×1000	0,07
200×200	0,03	600×600	0,11	400×1000	0,09
300×300	0,04	100×1000	0,03	600×1000	0,15
400×400	0,05	200× 100	0,05		

ОСОБЕННОСТИ СТОКА РЕК В СВЯЗИ С ОБЛЕСЕННОСТЬЮ СРЕДНИХ И КРУПНЫХ ВОДОСБОРОВ

По данным Государственного гидрологического института, на территории Центрально-Черноземного района насчитывается 5977 рек, длина 1115 рек (с общим протяжением 32,8 тыс. *км*) более 9—10 *км* каждая, а длина 4862 рек — менее 9 *км*. В современных административных границах протяженность всех рек составляет около 55 тыс. *км*. В среднем на 1 $км^2$ площади приходится 285 *м* водной сети, из них около половины по протяженности падает на мелкую водную сеть (реки короче 9 *км*), не пересыхающую в засушливые годы. Кроме того, имеется 63 тыс. *км* балок и 172 тыс. *км* балочных ответвлений.

По материалам Агролеспроекта, в Центрально-Черноземном районе овраги и балки занимают площадь 16,9 тыс. $км^2$, что составляет 7,8% от его общей площади. По отдельным областям овраги и балки распределяются таким образом: Белгородская — 13,7%, Орловская — 10,5%, Курская — 9,0%, Воронежская — 8,7%, Липецкая — 7,5% и Тамбовская — 4,8% площади области. Наличие такой гидрографической сети, естественно, сказывается на водном режиме почв и рек.

Выводы ученых о снижении высоты весеннего половодья под влиянием леса можно считать подтвердившимися. Но до сих пор еще остается открытым вопрос о влиянии леса на величину годового стока. Другими словами, представляет теоретический и практический интерес то, является ли изъятая лесом часть талых и дождевых вод абсолютной потерей стока реки или же эта вода подземным путем поступает в реки, не изменяя величины годового стока. Ответ можно получить при изучении водосборных бассейнов в гидрологическом отношении. Прежде всего важно знать, какова степень совпадаемости поверхностного и подземного водораздела на водосборном бассейне, а также каковы условия выклинивания подземных вод в реку. Наконец, необходимо знать глубину вреза долины реки в коренные породы.

Решение этих вопросов в настоящее время основывается на предположениях. При этом подземное питание обычно связывают с площадью поверхности водосбора, принимая во внимание, что чем больше площадь водосборных бассейнов, тем больше водо-

носных горизонтов прорезают их долины. Обычно при больших площадях водосборов несовпадение поверхностного и грунтового водоразделов имеет меньшее значение, так как приток и отток воды компенсируются за многолетний период.

Водоносность малых рек, ручьев и логов в основном определяется величиной поверхностного стока, который уменьшается благодаря лесу. По этим причинам влияние леса на годовой сток в малых водосборах не всегда правильно устанавливается и облесение не достигает цели.

В различных природных зонах количество воды, участвующей в грунтовом питании, бывает неодинаковым, а поэтому и подземное питание в различных климатических зонах даже при одинаковых площадях водосбора и глубине эрозионного вреза будет различным. При аналогичных геологических условиях в пределах одной растительной зоны и сходстве климата можно допустить одинаковый годовой сток рек в двух водосборных бассейнах при их одинаковой залесенности. На основе этого принципа Л. Г. Онуфриенко (1955) подсчитала среднегодовой сток для 12 пар водосборов площадью от 0,1 до 6000 *км*^{2}, расположенных в лесостепной зоне (табл. 25). Как видно из табл. 25, среднегодовой сток на шести парах лесных водосборов был выше и на шести — ниже. После внимательного анализа условий последних шести пар оказалось, что третья, седьмая и девятая пары представлены весьма малыми водосборами, связанными с малыми ручьями и логами. При этом третья пара вообще не имела подземного питания. Воздействие леса здесь сказывается только на поверхностном стоке, оно уменьшает его величину. Второй водоток этой пары имеет подземное питание, за счет которого увеличивается годовой сток. Эти водотоки, естественно, не сравнимы. Аналогичная картина наблюдается и в седьмой паре, с той лишь разницей, что здесь ручей Торопец с открытым водосбором лишен подземного питания. Данные водотоки также не сравнимы; что касается девятой пары, то здесь уменьшение годового стока с лесного водосбора вызвано тем, что оба они питаются поверхностными водами. Подземное питание их невелико и почти одинаково.

Наблюдения показывают общую тенденцию увеличения годового стока с возрастанием лесистости водосбора. Эффективность влияния леса на сток обусловливается составом и сомкнутостью насаждений и географическим положением сравниваемых водосборов. На юге, где осадков меньше, а испарение больше, почти весь остаток воды лес расходует на испарение и транспирацию. В северных районах выпадает осадков больше, испаряемость их меньше и, стало быть, больше воды просачивается в почву, пополняя запасы подземных вод, питающих реки. Начатое в Институте леса и законченное в Институте леса и древесины СО АН СССР массовое попарное сравнение годового стока малых и средних рек Европейской части Союза с резким различием в ле-

Таблица 25

Сравнение величин среднегодового стока бассейнов различной лесистости

(Онуфриенко, 1955)

№ реки	Река, ручей, лог	Пункт	Площадь водосбора, км²	Лесистость водосбора, %	Период одновременных наблюдений, год	Среднегодовой сток, мм		Распределение стока в году за период наблюдений			
						за период наблюдений	многолетний	подземный		поверхностный	
								мм	%	мм	%
1	Турья	Козел	1480	21	1933, 1947, 1949	85	92	9	11	76	89
2	Турья	Ягодное	459	40		98	101	10	10	88	90
3	Иква	Млыновцы	632	14	1946—1949	227	216	90	40	137	60
4	Иква	Млынов	1900	18		175	164	69	40	106	60
5	Зеленый лог	Гуменцы	3,4	82	1949—1952	9	23	0	0	9	100
6	Геленовка	Каменка	9,9	14		38	66	16	42	22	58
7	Норин	Лунишки	531	41	1937—1940	93	—	18	19	75	81
8	Гнилопять	Головинк	1360	7		115	104	14	12	101	88
9	Уж	—	5690	25	1926—1935, 1946—1949	104	99	12	12	92	88
10	Тетерев	Житомир	5270	14		92	98	6	6	86	94
11	Ров	Демидовка	1160	15	1931—1939	87	69	28	32	59	68
12	Десна	Сосновка	1300	2		99	88	22	22	77	78
13	Гребелька	Немешаево	8,3	72	1949—1952	20	49	1	5	19	95
14	Топорец	Немешаево	5,6	0		26	47	0	0	26	100
15	Убедь	Кудровка	973	17	1937—1940	130	138	32	25	98	75
16	Эсмань	Ротовка	628	7		127	121	34	27	93	73
17	Вороний Яр	Криски	1,1	90	1946—1952	51	52	3	16	48	94
18	Петрушино	Криски	1,2	33		95	94	5	5	90	95
19	Серебрянка	Балаклея	126	28	1947—1949	93	—	10	11	83	89
20	Ингулец	Александро-Степановка	1650	3		52	—	2	4	50	96
21	Ивотка	Ивот	1310	23	1929—1933, 1935—1940	117	102	29	25	88	75
22	Хорол	Миргород	1920	4		70	61	3	4	67	96
23	Клебанбык	Барановка	34,2	0	1934—1937	61	—	4	7	57	93
24	Ломоватка	Алмазная	30,2	15	1934—1937	74	—	7	9	67	91

систости показало, что в 44 случаях (50%) годовой сток лесных рек превышал сток безлесных (более чем на 5% от средней величины за последние 10—12 лет). В 24 парах рек (27,3%) установлено уменьшение стока, в остальных 20 парах (22,7%) происходят колебания, не выходящие за пределы точности наблюдений (Идзон, 1961).

Более детальное изучение, осуществленное Ленинградским мелиоративным институтом, показало, что подземный сток повышается с увеличением лесистости, поверхностный — уменьшается. Однако средний годовой сток связан с лесистостью не функциональной, а коррелятивной зависимостью вследствие влияния на него значительного количества природных факторов (табл. 26).

Таблица 26

Распределение среднегодового стока в зависимости от лесистости
(по данным Ленинградского гидромелиоративного института)

Пункт наблюдений	Река	Площадь водосбора, км²	Лесистость, %	Периоды наблюдений, годы	Среднегодовой слой стока, мм	Норма стока по карте изолиний	Подземный сток		Поверхностный сток	
							мм	%	мм	%
Зона хвойных лесов										
Каблуково	Воря . . .	807	70	1932—1934	212	205	79	36	193	64
Каблуково	Воря . . .	807	70	1935—1946	206	205	83	40	123	60
Родионово	Сить . . .	860	3	1935—1946	184	210	17	26	187	91
Авдотьино	Северка. . .	603	28	1932—1934	209	176	52	26	151	74
Бассейн Средней Волги и Камы										
Арбуч	Рутка . . .	1440	68	1934—1948	153	170	62	40	91	60
Дербышки	Казанка. . .	2370	14	1934—1948	156	156	48	29	118	71
Хахалы	Керженец	3590	48	1936—1942	172	176	48	31	105	69
Обновка	Меша . . .	3850	20	1936—1942	142	142	20	17	99	83
Зона смешанных лесов										
Ружок	Друть . . .	4650	41	1932—1940	230	210	116	51	114	49
Яскарев	Проня . . .	4650	16	1932—1940	190	170	72	37	122	63
Пески	Бобр . . .	2150	38	1936—1939	180	205	105	58	75	42
Ускоси	Сож	2300	6	1936—1939	158	198	59	38	28	62
Степная зона										
Б. Каплуба	М. Волноваха	204	12	1937—1940	58	47	22	32	36	68
Б. Богуновка	Б. Терновка	924	1	1937—1940	48	47	5	11	43	89
Бузулукский бор										
Паниха	Боровка. . .	2040	35	1934—1949	83	101	25	3	55	70
Бончаровка	Бузулук . .	1810	0,5	1934—1949	80	60	5	8	55	92

ВЫНОС ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ СТОКА ВОДЫ В РЕКИ

В степной зоне с каждого квадратного километра смывается от 100 до 350 $м^3$ почвы в год. Мутность воды в реках Русской равнины с лесистыми бассейнами около 50 $г/м^3$, реки степной полосы содержат взвешенных частиц в 2—3 раза больше. По данным Гидрометслужбы СССР, мутность воды на верхней Оке (Калуга) достигает 2000 $г/м^3$, на Мокше (приток Оки), несмотря на одинаковые почвенные условия, она менее 200 $г/м^3$. Лесистость бассейна первой реки равнялась 5%, второй — 35%. В Дону мутность воды 230 $г/м^3$, в Аму-Дарье (среднее течение) — 3950 $г/м^3$, на Северной Двине — 53 $г/м^3$, на Печоре — 50 $г/м^3$, на Оби — 34 $г/м^3$. Меньше всего наносов имеют облесенные реки, берущие начало из озер (например, Нева).

На качество вод существенно влияют различные методы лесозаготовок. Мутность вод на концентрированных вырубках после тракторной трелевки хлыстами волоком увеличивается в 2500 раз против мутности при узких сплошных вырубках шириной 50—100 *м*, на которых трелевочные волоки распределялись поперек склона. На волоках поверхностный сток весенних и ливневых осадков достигает 56—65%, в целом на вырубке он увеличивается до 30—35% против 3% под пологом леса.

Речная вода выносит с суши в моря значительное количество растворенных солей. Концентрация солей в реках резко различается в зависимости от географического положения и режима ее стока. Вода рек, питающихся в лесных областях, во влажном климате, слабо минерализована, растворенных солей в ней обычно не более 500 *мг/л*; в реках на безлесном юге и в Северном Казахстане — до 1000—2000 *мг/л*.

Подсчитано, что реками СССР ежегодно выносится в море 473,3 *млн. т* растворимых веществ, а во всем мире 3 млрд. *т* и еще больше твердых осадков. Величины ионного стока рек Центрально-Черноземного района, по данным Гидрометслужбы СССР, приводятся в табл. 27.

Леса предотвращают расчленение территории на мелкие водосборные бассейны; чем их больше, тем меньше расстояние между водотоками и тем скорее поступают талые воды в водотоки по поверхности почвы. Поэтому еще раз подчеркнем, что леса прежде всего должны быть там, где существует угроза образования густой овражной сети.

Процессы химической эрозии в отдельных случаях совпадают с процессами механической эрозии. Интенсивность первых в разных частях страны различна. В общем по степени выраженности химической эрозии Советский Союз можно разделить на две части. В одной из них, с повышенной эрозией, средний годовой показатель ионного стока речных бассейнов выше, чем на земной

Таблица 27

Средние годовые величины ионного стока по данным Гидрометслужбы

Река и пункт наблюдений	Площадь водосбора, $км^2$	Водный сток 10^3, $л/км^2$	Ионный сток, $т/(км^2 \cdot год)$						
			$Ca^{··}$	$Mg^{··}$	$HCO_3^{'}$	$SO_4^{''}$	$Cl^{'}$	$Na^{'}+K^{'}$	Σ
Дон, ст. Лиски	69 100	8074	6,76	1,51	11,3	3,57	1,25	1,08	25,5
Девица, г. Нижне-Девица	71,2	12	11,6	1,50	19,4	3,10	0,969	1,59	38,2
Воронеж, г. Воронеж . . .	21 100	2309	4,64	0,867	8,48	2,20	0,815	1,20	18,2
Битюг, с. Бродовое	3970	259	4,48	0,836	7,99	5,44	1,49	3,07	23,3
Осеред, с. Бутурлиновка . . .	581	82	6,23	0,991	10,00	4,29	2,31	2,43	26,3
Хопер, г. Балашев	14 300	1528	5,69	1,17	7,76	6,37	2,15	1,81	25,0
Хопер, г. Новохоперск . . .	39 800	1898	2,78	0,605	4,45	2,82	1,01	1,20	12,9
Ворона, с. Чутановка	5560	5560	3,77	0,756	6,32	3,04	0,380	1,09	15,4

поверхности в целом (1901 $т/(км^2/год)$, в другой, с пониженной химической эрозией, он ниже.

Средне-Русская, Приволжская, Приднепровская возвышенности, а также горные районы Европейской и Азиатской частей СССР отличаются повышенной химической эрозией.

Химическая и механическая эрозия вызываются процессами водной эрозии почвы, ввиду чего ионный сток и сток взвешенных наносов тесно связаны между собой, однако значимость их не всегда одинакова. Она связана с климатическими условиями, типом почвы, характером грунта. Снос взвешенных частиц зависит от рельефа местности, крутизны склонов, скорости течения воды, состава и густоты растительности. Для ионного стока главную роль играет растворимость минеральных веществ, содержащихся в почве, гидрологические и климатические условия водосборов.

Несмотря на общие стороны, роль ионного стока и стока взвешенных частиц в миграции химических элементов существенно различна. Взвешенные частицы переносятся на меньшие расстояния, чем растворенные вещества. Крупные отлагаются, как правило, в русле реки, оседая на плесах, в озерах, водохранилищах, дельтах. Только мелкие фракции выносятся в моря.

Вследствие выноса ила и твердых частиц из почвы происходит обмеление рек и заиление водохранилищ при гидроэлектростанциях.

Леса не только предотвращают смыв почвы, но и очищают стекающую с полей воду от вредных примесей, и она становится пригодной для питья без кипячения.

Сточные воды не только не пригодны для питья, но и опасны для здоровья, так как служат благоприятной средой для развития болезнетворных бактерий. Однако на органическое вещество с жадностью набрасываются живущие в почве и воде бактерии, разлагая его до минеральных солей.

На химический состав природных вод влияют свойства почвы, повышая минерализацию атмосферных осадков, проникающих в нее и грунтовые воды. Это повышение минерализации происходит вследствие растворения солей в почве. Ионный состав почвенного раствора очень изменчив и зависит от материнских пород, а также от гидроклиматических условий и биохимических процессов, протекающих в почве, от состава близко расположенных к поверхности грунтовых вод и других условий.

В зонах с достаточным и избыточным увлажнением атмосферные осадки промывают почву. Чем меньше ее увлажнение, тем слабее вымываются соли. В тех случаях, когда влаги для сквозного промачивания почвы недостаточно, соли из нее вымываются и поступают в грунтовые воды по отдельным дренам (трещинам и сгнившим корням). При недостаточном увлажнении поступление воды в почву и сток по поверхности происходят лишь в период весеннего снеготаяния или в зимние оттепели. Основным направлением движения воды при недостаточном увлажнении почвы является движение вверх в холодное время. Редкие летние дожди не образуют стока, они лишь частично увлажняют иссушенную почву.

Таким образом, наименьшая минерализация почвенного раствора наблюдается в тундровых и подзолистых почвах, наибольшая — в черноземах, серо-бурых пустынных почвах и особенно в различных солончаках и солонцах. В последних она может доходить до 200 *г/кг*.

Почвенный раствор и соли в почвах — важный фактор минерализации речной воды, которая в период паводка является в значительной мере водной вытяжкой, находящейся в равновесном состоянии с почвой. Наряду с этим в реки поступают воды, находившиеся во взаимодействии с горными породами.

Интенсивность вымывания солей из почвы помимо гидрометеорологических условий зависит еще от состояния ее поверхности и от близости грунтовых вод. При промывании или переувлажнении почвы быстро стекающие осадки соприкасаются лишь с самыми поверхностными слоями, что обусловливает ограниченное вымывание солей и малую минерализацию поверхностных вод.

Наряду с почвенным раствором большое влияние на минерализацию природных вод оказывает почвенный поглощающий комплекс.

Поглотительная способность почв тесно связана с наличием в них не только минеральной фракции, обычно представленной глинистыми минералами, но и коллоидной фракции органических веществ — почвенного гумуса. Количество последних значительно меньше, чем неорганической фракции, но по емкости обмена на единицу веса коллоидный гумус в несколько раз превосходит минеральную часть.

Именно с ним связана высокая емкость обмена в черноземных почвах. Поглощающий комплекс оказывает воздействие и на уже имеющийся ионный состав воды, изменяя или, как принято говорить, метаморфизируя его.

Еще одним свойством почвы, в котором сказывается специфическое геохимическое воздействие организмов, является усиление способности и почвенного раствора, и фильтрующихся через почву осадков растворять породы и минералы. Растворение происходит в результате увеличения концентрации CO_2 (до 1% и выше) в почвенном растворе, выделяемой при дыхании живых организмов и корневой системы и при биохимическом распаде органических остатков.

ОПТИМАЛЬНАЯ ШИРИНА ВОДОПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ ПОЛОС

Расчлененность территории Центрально-Черноземного района гидрографической сетью очень разнообразна. Поэтому трудно уложить всю пестроту условий в какую-то упрощенную систематизированную схему создания защитных лесов. Можно лишь сказать, что в лесостепных и степных районах климаторегулирующие, водопоглотительные и противоэрозионные леса, в отличие от лесной зоны, следует создавать полосами, ориентированными перпендикулярно господствующим ветрам на водоразделах и по горизонтали на склонах к гидрографической сети. Эти полосы будут ориентированы в различных направлениях относительно стран света. В лесной зоне распределение лесов предпочтительно массивами.

Надо иметь в виду, что в борьбе с эрозией и засухой следует применять систему фитомелиоративных и агротехнических мероприятий, а в некоторых случаях — гидротехнических сооружений, если первые две меры окажутся неэффективными.

На площадях Центрально-Черноземного района главное назначение лесных насаждений и лугов должно состоять в предотвращении эрозионных процессов. При этом облесение и залужение овражно-балочных систем должно идти главным образом за

счет неудобных земель, с использованием не более 4% пахотных угодий.

В тех случаях, когда гидрографическая сеть не имеет интенсивного развития, а водораздельные участки настолько обширны, что прибалочные леса не могут надежно защищать их от вредного действия ветров, необходимо создавать полезащитные лесные полосы.

Использование плодовых культур в защитных насаждениях — перспективное и ценное мероприятие. При правильном подборе пород и соответствующей агротехнике можно выращивать лесо-плодовые полосы, дающие высокий агромелиоративный эффект. При широких междурядьях создаются особо благоприятные условия для плодовых. Почву в таком случае можно содержать под черным паром, что особенно важно в засушливом климате. Однако специалисты пришли к выводу, что черные пары и частая вспашка в междурядьях садовых культур и виноградников снижают их урожайность, а посев многолетних трав повышает ее.

Для введения плодовых культур в полосах южной части Центрально-Черноземного района следует рекомендовать отборные сорта груши лесной и культурной яблони, абрикоса Россошанского, алычи, вишни степной, вишни культурных сортов, смородины — золотистой и красной и крыжовника черноплодного.

Искусственные насаждения должны составлять единый комплекс с байрачными лесами и колками Гослесфонда, а также колхозными лесами. Общий процент облесенности территории, как увидим в дальнейшем, будет колебаться от 5 до 30%.

На площадях, подверженных эрозии, лесистость должна находиться в тесной зависимости от гидрологической сети.

При коэффициенте расчленения территории 0,25—0,50 гидрографическая сеть занимает не более 5% общей площади. При коэффициенте 0,5—0,8 она составляет 8—10%, при 1,0—1,5 — 15—20% площади.

Минимальная лесистость, необходимая для предотвращения эрозии, должна быть связана с коэффициентом расчленения территории (табл. 28).

Таблица 28

Лесистость склонов, оврагов и балок, %

Коэффициент расчленения, км²/км	Лесистость		
	средняя	солнечная сторона склона	теневая сторона склона
0,5	5	7	3,0
1,0	8	10	5
2,0	16	18	9
3,0	24	26	19

Устройство расчлененной поверхности в водоохранно-защитном отношении — одно из важнейших условий борьбы с эрозией. Поэтому особое внимание следует обратить на мероприятия по борьбе с эрозией на крутых верхних частях склона присетевого фонда. Эти склоны очень часто сплошь покрыты малоразвитой почвой и подвержены усиленному смыву весной и испарению летом. Здесь необходимо обеспечить равномерное распределение снега. Для этого надо размещать лесные насаждения по верхним и нижним частям крутых склонов, а также около глубоких ложбин и размывов, идущих вдоль них.

При наличии в нижней пологой части присетевого фонда шлейфа весной во время стока и летом при ливневых осадках на нем возникают эрозионные процессы. Для их устранения также необходимы лесные полосы. Если ширина шлейфовой части превышает 150 *м*, на ней в целях обеспечения равномерного распределения снега и защиты поверхности почвы от иссушения летом необходимо заложить дополнительную лесную полосу.

При выпуклом рельефе склонов закладываются водопоглотительные полосы, которые должны выполнять и водоохранные функции. Цель водопоглотительных полос — максимальный перехват поверхностно текущей воды. Поэтому такие полосы должны быть достаточно широкими и в то же время более густыми, чем ветроломные.

В районах со значительным количеством осадков в виде снега наибольшую опасность представляет весенний сток в тех случаях, когда почва сильно промерзла, так как в мерзлую почву вода просачивается в несколько раз медленнее, чем в талую.

На основании данных скорости просачивания воды в почву и секундного расхода ее на сток рассчитывается ширина водопоглотительных полос, к которой прибавляется ширина приопушечной части полосы леса с замерзшей почвой. Следует иметь в виду, что водопроницаемость эродированных и промерзших почв в несколько раз ниже, чем целинных непромерзших.

При коротких склонах (менее 600 *м*) нет смысла закладывать широкую водопоглотительную полосу, так как защищаемая на таких склонах смытая часть присетевого фонда бывает сравнительно небольшой ширины. Кроме того, процент площади, занимаемой водопоглощающей и присетевой полосами, получается слишком большим по отношению ко всему склону. Поэтому водопоглотительную полосу можно применять лишь в случаях интенсивного развития процессов эрозии как по нижней половине, так и по прилегающему участку берега гидрографической сети, преимущественно на склонах южной экспозиции, более подверженных эрозии (Козменко, 1954).

В сильно засушливых малоснежных районах, где значительная часть выпадающего снега сдувается с южных склонов на северные, надо применять водопоглотительные полосы на тех и на

других склонах. При небольшой ширине смытых склонов противоэрозионную полосу можно и не создавать.

Если на склоне под покровом лёссовой или лёссовидной породы на глубине 1—2 *м* находятся пески или какая-либо другая проницаемая порода, ширина водопоглотительных полос может быть сокращена.

В долинах и суходолах в местах мощного залегания твердых каменистых пород обычно на окружающих склонах бывают распространены щебнистые малоразвитые почвы, которые при большом уклоне поверхности подвергаются усиленному смыву. Поэтому такая территория становится малоценным, почти бросовым угодьем, используемым лишь в качестве плохого выгона. Особенно много таких площадей по правобережью среднего и нижнего течения Волги и среднего течения Дона. В таких местах необходимо разместить ветроломные лесные полосы на определенном расстоянии в зависимости от уклона местности (табл. 29).

Таблица 29

Расстояние между полосами на склонах
(по Козменко, 1954)

Высота насаждения, *м*	Уклон, промили				
	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
16	160	145	133	123	114
12	120	109	100	92	86

На территории с щебнистыми почвами нужна замкнутая система полос. Ширина полос меняется в зависимости от механического состава почвы. При одинаковом механическом составе она зависит от длины безлесного пространства.

Оптимальная ширина полей между лесными полосами, которые в совокупности обеспечивают предотвращение эрозии почвы, выполняют водопоглотительные и климаторегулирующие функции и содействуют уменьшению суммарного испарения с водосборных бассейнов, будет меняться в различных природных условиях и на разных почвах.

Эти изменения вызываются прежде всего различной высотой насаждений, достигающей, как было указано, в лесостепи в 60 лет 22 *м*, в северной степи — 20 *м*, в средней — 19 *м*, в южной — 16 *м* и в полупустынных районах — 6—8 *м*. В соответствии с высотой будут варьировать и размеры полей: на солонцовых почвах от 75 до 100 *м*, на темно-каштановых почвах полупустыни — от 150 до 200 *м*, на южных черноземах — от 300 до 400 *м*, на обыкновенных черноземах — от 400 до 500 *м* и на мощных черноземах от 500 до 600 *м*.

Первые сообщения о ширине водопоглотительных полос среди полей мы находим у Г. А. Харитонова (1950). По его данным, приовражные лесные полосы шириной 40 *м* на деградированном черноземе поглотили от 19 до 51% поверхностного стока, поступающего с поля длиной 327 *м*, а полосы шириной 60 *м* — до 76% стока.

Изучение водорегулирующей роли лесных полос на темно-серых почвах в Каменной степи И. П. Сухаревым (1958) при уклоне поверхности 0,033 и 0,036 дало результаты, приведенные в табл. 30.

Таблица 30

Коэффициент стока с поля в Каменной степи в зависимости от ширины прилегающей снизу лесной полосы

Длина полевой площадки, *м*	Ширина лесных полос или длина лесной площадки, *м*				
	0	10	20	30	45
480	0,350	0,173	0,15	0,053	0

Эти данные свидетельствуют о том, что при расположении лесных полос в нижней части склона в поперечном направлении можно значительно зарегулировать сток и снизить коэффициент стока до минимальной величины.

На темно-серых и солонцовых почвах Теллермановского опытного лесничества и на черноземных в Луганской области коэффициент стока меняется от длины поля по склону и от типа почвы. Чем длиннее поле, тем он больше при одинаковой ширине водопоглотительных полос. Поэтому при длинных полях требуются более широкие водопоглотительные полосы. Солонцовые почвы отличаются повышенным коэффициентом стока даже при длине полей 180 *м* (табл. 31).

Ширина лесных полос также будет меняться в зависимости от их целевого назначения. Например, для обеспечения равномерного распределения снега на водосборах следует создавать ширину полос 5—8 *м*, для ослабления вредного действия пыльных бурь — 10—25 *м*, для предотвращения смыва и размыва почв на склонах — 20—60 *м* и, наконец, для регулирования стока на водосборных бассейнах — от 40 до 150 *м*, из них наименьшая приурочивается к песчаным почвам, а максимальная к тяжелоглинистым. При одинаковом механическом составе почвы ширина водопоглотительных полос меняется в зависимости от крутизны склонов и покрытия почвы растительностью и подстилкой.

На вырубках разной ширины, расположенных длинной стороной по горизонтали склона, при ненарушенной или очень слабо

Таблица 31

Коэффициент стока на комбинированных площадках при различной ширине водопоглотительных полос

Лесорастительная подзона	Почва, состав древостоев, возраст	Глубина промерзания, *см*	Длина полевого склона, *м*	Ширина лесных полос, *м*								
				0	10	20	30	40	60	80	100	120
Лесостепь, Воронежская обл., Теллерман	Темно-серая лесная, 8Д1Яс 1Кл.о, 70 лет	60—100	500	0,63	0,46	0,26	0,17	0,15	0,11	0,06	0,05	0,05
			380	0,46	0,33	0,19	0,12	0,10	0,08	0,04	0,04	0,04
			200	0,31	0,21	0,12	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02
То же	Солонцовая поляна и дубрава, 60 лет	20—30	180	0,72	0,56	0,40	0,30	0,28	0,21	0,19	0,16	0,14
Степь. Луганская обл.	Чернозем, 7Д 2Л 1 Кл. т. + акация желтая	10—15	500	0,70	0,34	0,22	0,08	0,05	—	—	—	—
			350	0,44	0,21	0,14	0,05	0,03	—	—	—	—
			160	0,27	0,13	0,08	0,03	0,02	—	—	—	—

нарушенной в процессе заготовки и трелевки леса подстилке, при водопроницаемости суглинистых почв от 0,06 до 0,72 *л/сек*, модуле стока 25—30 *л/сек · м²* ширина водопоглотительных полос дуба среди перемежающихся сплошных лесосек выражается величинами, приведенными в табл. 32.

Таблица 32

Ширина водопоглотительных полос на сплошных вырубках с ненарушенной подстилкой

Угол, *град*	Ширина вырубки над полосами, *м*				
	200	350	500	700	900
6	60	80	100	125	150
10	80	105	130	160	200
15	95	130	160	200	240
20	115	150	190	240	290
25	130	170	220	280	340

Как видно из табл. 32, ширина водопоглотительных полос увеличивается с размером вырубки. При вырубке в 900 *м* и уклоне 25° ширина полосы должна быть не менее 350 *м*. Такая полоса в состоянии поглотить воду со всей вырубки при условии, если полоса будет расположена в нижней трети склона и частью в пойме реки.

Худшее состояние вырубок наблюдается при разрушении почвы и удалении в процессе трелевки подстилки. На вырубках с разрушенной подстилкой и при увеличении осадков в 1,5—2 раза смыв почвы возрастает в два раза (табл. 33).

Таблица 33

Смыв суглинистой почвы от водораздела вниз по склону при дождях разной интенсивности, *т/га*

Интенсивность дождей	Расстояние от водораздела, *м*							
	50	100	200	300	400	500	600	700
Средняя	—	2,1	4,5	14,6	—	26,6	36,4	40,0
Сильная	0,8	12,4	18,8	67,8	100,0	—	—	—

Из табл. 33 видно, что ширина вырубок, расположенных длинными сторонами по горизонталям, не должна превышать 200 *м*, так как при разрушенной подстилке в почве возникают концентрированные потоки и развиваются сильные эрозионные процессы.

Расчеты показывают, что при интенсивных осадках уже при 500-метровой ширине безлесных площадей с оголенной почвой требуется большая ширина водопоглотительных полос на склонах разной крутизны (табл. 34).

Таблица 34

Ширина лесной полосы при различных уклонах на почвах, занятых древостоями разного состава

Угол, *град*	Песчаные		Супесчаные		Суглинистые		Темно-серые	
	сосна	ель	сосна	ель	сосна	ель	дуб	осина
6	40	50	80	100	120	200	60—80	60—70
12	80	95	155	190	280	395	130	120
20	120	150	650	800	1100	1300	610	500
25	225	300	960	1200	1440	2400	840	750

Другими словами, на суглинистых, подзолистых и темно-серых почвах при склонах 20° и более сплошные вырубки нецелесообразны.

Чтобы рассчитать ширину водопоглотительных полос при разных уклонах, почве и составе древесных пород в древостое с учетом коэффициента водопоглощения, можно воспользоваться формулой

$$P_1 = \frac{P - N}{500} \cdot L + N,$$

в которой

$$P = 0{,}028 \frac{L \cdot e \sqrt{\operatorname{tg} \alpha}}{K} \quad \text{и} \quad K = \frac{K_1 \sqrt{\operatorname{tg} \alpha}}{1{,}2 \sqrt{\operatorname{tg} \beta}},$$

где P — ширина лесной полосы, поглощающей сток с безлесного пространства (поля, вырубки и др.); L — длина линии стока по склону до места, где она входит в полосу; e — максимальный секундный расход воды в *л/сек* с 1 *га*; β — тангенс угла; α — средний уклон линии стока в *град*; K — коэффициент водопоглощения воды почвы в *мм/л*; N — ширина приопушечной части промерзающей части территории (равна 20—30 *м*, по 10—15 *м* с каждой стороны).

Ширина водопоглотительных полос для разных почв и древесных пород, рассчитанная Л. Плотниковым и Р. Жилкиным, дана в табл. 35.

Водопоглотительные полосы на песчаных почвах проектируются для условий с сильным промерзанием почвы. На других

Таблица 35

Ширина водопоглотительных полос для разных почв и древесных пород

Порода	Уклон, *град*									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Песчаные почвы										
Сосна	27	29	32	36	39	41	44	47	50	53
Ель	28	32	36	42	47	52	56	61	66	71
Лиственница	27	30	34	39	43	46	50	53	57	61
Береза	27	29	32	36	38	41	44	47	49	52
Осина	27	28	30	33	36	38	40	42	44	46
Супесчаные почвы										
Сосна	31	38	49	62	72	82	92	101	112	122
Ель	33	43	58	78	91	105	119	133	147	162
Лиственница	31	40	51	67	77	88	99	110	121	133
Дуб	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Липа	31	38	49	62	72	82	92	101	112	122
Береза	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Осина	29	34	40	50	56	62	68	75	81	88
Суглинистые почвы										
Сосна	35	48	67	92	10	124	143	161	179	197
Ель	42	66	100	146	176	206	242	271	302	337
Лиственница	39	58	85	120	145	169	194	222	244	275
Дуб	35	50	70	97	115	134	152	170	190	210
Липа	38	55	79	111	134	154	178	202	226	247
Береза	35	50	70	97	115	134	152	170	190	210
Осина	33	45	60	81	95	110	125	139	154	170
Суглинистые темно-серые лесные почвы										
Ель	33	44	58	79	93	106	120	134	149	165
Лиственница	30	40	51	67	78	89	100	111	122	135
Дуб	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Липа	31	38	49	63	73	83	92	102	113	124
Береза	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Осина	29	34	41	50	56	62	69	75	82	89

разностях промерзание учитывается в меньшей степени, хотя ширина приопушечной части также принимается в расчет.

При организации сплошно-лесосечного хозяйства в лесах I группы минимальный процент облесенных площадей на водосборе при лесосеках разной ширины должен выражаться величинами, приведенными в табл. 36.

Процент облесенных площадей на водосборе тесно связан с размерами полей и крутизной склона. Особо сильно должна возрастать лесистость с крутизной склона. Это заставляет переходить от сплошно-лесосечного хозяйства к семенно-лесосечному и выборочному. Последние способы рубок предотвращают эрозию и смыв почвы.

Защитная роль прирусловых лесов, по данным А. К. Денисова (1963), проявляется при всяком подъеме воды и в полую воду. Лес на вогнутых размываемых берегах тормозит развитие боковой эрозии.

Таблица 36

Минимальный процент облесенных площадей на водосборе в зависимости от уклона местности

Размеры сплошных вырубок, *м*	Уклон, *град*		
	6	10	20
250×250	27	27	62
300×300	26	26	56
350×350	23	25	50
400×400	21	25	49
450×450	18	24	48
500×500	17	20	47

Приречные леса способствуют аккумуляции аллювия и предохраняют берега от размыва и заполнения русла продуктами эрозии. Прирусловые леса имеют разностороннее значение. Они предохраняют водохранилища при электростанциях от заиления, имеют полезащитное значение, охраняют поля от заносов песком.

Ширина прирусловых лесов на пойме, в которой в основном гасятся процессы эрозии и осаждается грубый аллювий, по данным А. К. Денисова (1963), колеблется от 80 до 140 *м* (с учетом двух берегов — 180—300 *м*); при выращивании древостоев с высокими защитными свойствами ширина их может быть сокращена до 150—160 *м*.

При подходе реки к коренному берегу прирусловая полоса должна захватывать весь крутой склон и некоторую часть забровочной части. Наибольшей водопоглощающей способностью обладает лес именно в прибровочной части, так как здесь скорость воды еще велика и почвы, как правило, менее смыты и более структурны. Лес, растущий по склону коренного берега, значительно снижает возможность появления оползней и осыпей.

В лесах запретных полос, как и в других лесах I группы, предусматриваются специальные рубки: выборочные, постепенные и узкие сплошно-лесосечные.

К особо защитным насаждениям относятся пескоукрепительные на дюнах по границам с полями и другими открытыми пространствами (ширина 100 *м*), полосы вдоль железных и шоссейных дорог, прирусловые леса на пойме, леса вдоль рек, каналов, вокруг озер и других водоемов (полосы 500 *м*).

ШИРИНА КЛИМАТОРЕГУЛИРУЮЩИХ, ПОЧВОЗАЩИТНЫХ И ВОДОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

В противоэрозионных целях леса в Центрально-Черноземном районе должны размещаться не только на песчаных и смытых, непригодных почвах, но и на сельскохозяйственных землях. Поэтому ширина лесных площадей, особенно на пахотных землях, должна быть оптимальной.

На водоразделах в северной части Центрально-Черноземного района полосы шириной до 20 *м* имеют очень малое мелиорирующее влияние. Некоторые исследователи в целях улучшения снегового режима, уменьшения ледяной корки и глубины промерзания рекомендуют узкие, 5-метровые водораздельные полосы. Однако такие полосы отличаются меньшей долговечностью, чем широкие. Они быстро расстраиваются, в 30—35 лет происходит куртинное выпадение.

В полосах 15—20-метровой ширины легче вести эффективное лесное хозяйство с учетом мелиоративных требований. В южной части Центрально-Черноземного района более широкие полосы содействуют уменьшению поверхностного стока и обеспечивают увеличение запасов влаги на полях.

Ширина полос должна увязываться с естественноисторическими условиями местности. В северных районах лесостепной зоны желательно сочетание широких полос на нижней трети склона с узкими полосами (шириной 5—6 *м*) на водоразделах. В районах с недостатком пахотных земель следует сокращать водорегулирующие полосы за счет увеличения частоты снегораспределительных полос.

При размещении таких 3—5-рядных полос через 100 *м* обеспечивается полное поглощение весенних талых вод, и поступление их в почву на 90% больше, чем в открытом поле. Однако частым размещением снегораспределительных полос по водосбору увлекаться нельзя, так как они затрудняют механизированную обработку полей. К тому же они настолько узки, что не могут защитить поля от суховеев и пыльных бурь. Если полосы должны ослаблять вредные действия суховеев и пыльных бурь, ширина их устанавливается в пределах 10—20 *м*.

Почвозащитные полосы также дифференцируются по ширине. В районах с достаточным количеством осадков во избежание переувлажнения почвы широкие полосы рекомендовать не следует, однако и здесь размеры их будут зависеть от рельефа и степени возможного засорения их продуктами смыва.

Расстояние, на которое проникают в лес продукты смыва с полей, зависит от состояния насаждений, уклона и профиля склона. На ровных склонах ил проникает в глубь леса на 5—10 *м* и по микроложбинам — на 10—40 *м*. При редком подлеске по микроложбинам ил может продвинуться в лес на 200 *м* и

более. Систематический занос подстилки продуктами смыва сводит на нет противоэрозионные действия части лесных площадей.

В общем для предотвращения смыва, размыва почвы и намыва продуктов эрозии в лес требуются полосы шириной от 20 до 80 *м*; с учетом снегораспределительных полос ширина их будет колебаться на пологих склонах от 5 до 80 *м*.

В период деятельности В. В. Докучаева на 110—200-метровых водоразделах ширина лесных полос была принята от 6,5 до 60 *м*. При любых размерах полос предусматривалось, чтобы сельскохозяйственные поля полностью находились под их влиянием. В. В. Докучаев считал, что для их надлежащей защиты насаждения должны занимать от 10 до 20% общей площади. Эти соображения подтверждаются и теперь.

ИСПАРЕНИЕ ВЛАГИ ЛЕСОМ И ПОЛЕМ

Регулирующее действие леса на режим водосборных бассейнов сказывается не только в устранении поверхностного стока, но и в изменении испарения влаги. Суммарное испарение и транспирация количественно меняются с переходом от одной природной зоны к другой. В северной тайге они заметно меньше, чем в средней, а в средней меньше, чем в южной. По мере перехода от подзоны северной тайги к зоне хвойно-широколиственных лесов и далее на юг разница между количеством осадков и суммарным испарением уменьшается. В результате в лесостепной и степной зонах лес нередко расходует влаги больше, чем выпадает ее за год.

Таблица 3

Расход влаги на суммарное испарение древостоями разного возраста

Тип леса	Количество годовых осадков, *мм*	Возраст, *лет*								
		20	40	60	80	100	120	140	160	200
Березняк . .	540	280	430	385	306	—	—	—	—	—
Осинник . .	500	434	448	387	358	—	—	—	—	—
Дубняк . .	513	515	560	520	480	450	435	425	430	435
Ясенник . .	500	407	440	406	343	—	—	—	—	—

В пределах одной зоны испарение меняется в зависимости от типа леса, состава, сомкнутости и возраста древостоев. Особенно резко сравнительно с количеством годовых осадков возрастает расход влаги на испарение в период кульминации текущего прироста древостоев. Динамика изменения расходов влаги на испарение в лесостепной зоне показана в табл. 37.

В засушливых или неустойчиво увлажненных районах улучшение водного режима почвы в период кульминации текущего прироста достигается путем рубок ухода, которые в сосновых древостоях повышают поступление влаги в почву от 28 до 56 *мм*. Наименьшее поступление осадков наблюдается при интенсивности рубок ухода в размере 15% по массе. При интенсивности 16—25% осадков поступает на 35 *мм* больше, при 26—35% — на 45 *мм*, при 36—45% — на 56 *мм* от общего запаса до рубки, чем в контрольном древостое.

В дубовых древостоях при интенсивности вырубки до 15% количество поступающих на почву осадков увеличивается на 20 *мм*, при 25% — на 25 *мм* и при 50% — на 45 *мм* против контрольных сомкнутых древостоев.

Дополнительное поступление в почву запасов атмосферной влаги предотвращает процесс усыхания деревьев в засушливый период и не вызывает ослабления прироста древостоев. К тому же при интенсивности прореживания от 15 до 25% расход влаги на транспирацию сокращается на 30—40 *мм*. При прочистках эти же расходы уменьшаются на 30—50 *мм*.

В период кульминации текущего прироста расход влаги на транспирацию полными древостоями достигает максимума. С дальнейшим повышением возраста транспирация уменьшается, а сток воды в реки увеличивается (в том случае, если на водосборе расположены древостои одного возраста).

Разница в расходах влаги на суммарное испарение между древостоями, находящимися в стадии кульминации текущего прироста и в стадии технической спелости, достигает таких размеров (в *мм*):

Березняк	125
Осинник	90
Дубняк	95
Ясенник	99

К аналогичным зависимостям за последнее время пришли и в других странах, в частности в США на Сан-Данманской станции в Калифорнии.

Важный показатель гидрологической роли тех или иных древостоев — расход влаги на единицу текущего прироста. Для сосны он сильно возрастает со 100 лет, для ели — с 120—140 лет, для семенного дуба — с 140 лет, для березы с 80 лет, для ясеня — со 100 лет.

Сильное понижение коэффициента полезного действия суммарного испарения и является началом того возраста, когда гидрологическая роль леса становится отрицательной. К этому времени ослабляется текущий прирост древесины, и в результате происходит бесполезный круговорот воды. Этот период по

существу — предел, до которого можно держать лес на корню с точки зрения его гидрологической роли.

Исходя из этих данных, возраст водоохранной спелости должен быть равен для сосны II бонитета — 100 лет и III бонитета — 110 лет, для одновозрастного дуба II и III бонитета — 120 лет, для ели I—II бонитета — 120 и III бонитета — 140 лет.

При наличии двухвозрастных поколений в древостое возраст гидрологической спелости может быть выше, так как расход влаги на 1 $м^3$ прироста заметно меньше, чем в одновозрастном древостое.

Таким образом, пожелание многих специалистов перейти в водоохранных лесах на выборочное хозяйство заслуживает внимания. Однако такой переход, а стало быть, и создание разновозрастного леса, особенно для сосны, нелегкий. Возобновление сосны под пологом очень сложно и трудоемко.

В цикле лесохозяйственных работ, помимо лесовыращивания и ухода за лесом, большое место занимают рубки главного пользования. В табл. 38 на примере дубовых лесов Теллермановского массива дается размер испарения на середине сплошных вырубок разной ширины.

Таблица 38

Суммарное испарение на вырубках разной ширины, *мм*

Статья расхода, *мм*	Ширина вырубки, *м*	Возраст вырубок, *лет*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Осадки	100	581	304	607	508	499	472	607	594	554	603
Суммарное испарение	100	332	302	356	369	467	395	395	407	481	460
Поверхностный сток	100	35	37	43	48	40	36	Нет наблюдений			
Осадки	50	594	554	603	421	581	304	607	594	554	603
Суммарное испарение	50	319	482	339	355	381	385	411	456	456	440
Осадки	35	594	554	603	361	612	—	Нет наблюдений			
Суммарное испарение	35	293	365	475	—	—	—	»	»		
Осадки	25	594	554	361	612	488	—	»	»		
Суммарное испарение	25	294	386	426	486	489	—	»	»		

Суммарное испарение на вырубках зависит от метеорологических условий и особенно от количества осадков, а также от ширины вырубок. На 100-метровых вырубках при осадках в пределах 580—600 *мм* расход влаги на суммарное испарение увеличивается с возрастом. В первый год испарение равняется 332 *мм*, на третий оно возрастает до 356 *мм*, на седьмой — до 395 *мм*, на 8—10 годы, когда осуществляется смыкание крон насаждения, суммарное испарение достигает 400—481 *мм*.

На 50-метровой вырубке испарение несколько меньше, однако и здесь оно меняется с возрастом вырубки, составляя в первый год 319 *мм*, в третий — 339 *мм*, от 7 до 100 лет — 400—456 *мм*. На узких 35—25-метровых вырубках испарение соответственно меняется от 318 до 353 и от 291 до 326 *мм*. Таким образом, чем шире вырубка, тем больше испарение.

Суммарное испарение меняется в зависимости от удаленности отдельных пунктов вырубки от стен леса. Максимальное количество влаги расходуется на ее середине. По мере перехода от центра вырубки к стенам леса расход влаги уменьшается: на восточной половине испарение меньше, чем на западной. Если принять за 100 испарение на середине 100-метровой вырубки, на других расстояниях от стен леса оно выразится такими величинами:

Западная половина вырубки

Расстояние от стен леса, *м*	0	10	20	50
Испарение, %	94	90	98	100

Восточная половина вырубки

Расстояние от стен леса, *м*	0	10	20	50
Испарение, %	56	50	96	100

Все изложенное позволяет сказать, что суммарное испарение, а равно и гидрологический режим почвы под лесом пестры и разнообразны. Однако это разнообразие закономерно. Суммарное испарение тесно связано с таксационными особенностями древостоев, т. е. с их продуктивностью, возрастом, составом и сомкнутостью. На сплошных вырубках и полях водный режим почв меняется в зависимости от их ширины, частично от длины и расположения вырубок по отношению к странам света и экспозиции склонов.

Необоснованное увеличение размеров безлесных площадей, занятых полями, в районах, страдающих от засух и эрозии, приносит большой вред. Оптимальные размеры полей должны определяться конкретной площадью участков, их длиной и шириной. В тесной связи с размерами полей находится испарение, сток и смыв почвы с поверхности поля. Непродуктивные расходы влаги на испарение могут быть устранены оптимальным соотношением размеров полей, равномерным распределением лесов по гидрографической сети и определенным процентом лесистости.

В клетке размером 150—200 *га*, окаймленной лесными полосами, испаряемость влаги уменьшается приблизительно на 7—8%, при этом центр площадью 25—36 *га* находится вне защитного действия лесных полос. Засуха здесь почти так же опасна, как в открытой степи. Для сохранения влаги в почве необходимо стремиться, чтобы испарение в центре уменьшалось не более

чем на 10% по сравнению с любой частью клетки. Это требование может быть выполнено при расстоянии между лесными полосами в пределах 20—30 высот. При уменьшении испаряемости на 15% расстояние между полосами должно быть не более 25 высот. В Воронежской области при клетках размерами 1000 × × 2000 *м* испаряемость уменьшается на 10% против открытой степи, при клетке размерами 400×2000 *м* — на 27%.

Ниже приводится уменьшение испаряемости в центре полей различных размеров.

Размеры полей, *м*	Уменьшение испаряемости, %	Размеры полей, *м*	Уменьшение испаряемости, %
500×500	23	200×2000	38
500×1000	18	400×2000	27
500×1500	16	500×2000	18
500×2000	14	1000×2000	10
500×2500	13	1500×2000	8
		2000×2000	4

Важно также остановиться на балансе воды в поле на различном расстоянии от стены леса (табл. 39).

Баланс влаги в лесу на расстоянии 100 *м* от границы поля можно считать весьма благоприятным. Здесь за пределы 5-метровой толщи почвы поступает 95 *мм* воды. В поле, на расстоянии 50 *м* от стены леса, глубже 5 *м* проникает 85 *мм* воды, в 150 *м* — уже 69 *мм*, а на расстоянии 1000 *м* на глубину более 5 *м* почти ничего не проникает.

Наибольшее количество воды попадает глубже 5 *м* в поле у стены леса. Здесь же больше всего скопляется снега и наблюдается наименьшее промерзание почвы.

Эти данные указывают на целесообразность создания на полях водорегулирующих лесных полос ажурной конструкции,

Таблица 39

Расход влаги в дубовом лесу 70—75 лет сомкнутостью 0,7 и на прилегающем поле в среднем за 7 лет, *мм*

Статья расхода влаги	Древостой	Расстояние от стен леса, *м*			
		0	50	150	1000
Поверхностный сток	14	14	25	40	65
Принос снега с поля	0	72	0	0	0
Вынос снега	0	0	17	43	97
Суммарное испарение	412	380	394	369	356
Общий расход	426	394	436	452	518
Инфильтрация	95	197	85	69	3
Осадки и принос снега, *мм*	521	593	521	521	521

которые при 500-метровом расстоянии сохраняют на межполосных полях на 40—97 *мм* больше воды, чем в открытой степи. Наибольший процент использования зимних осадков обнаруживается в лесу. Под пологом насаждений не только впитывается талая вода, но и перехватывается поверхностный сток с лежащих выше полей.

Испарение и транспирация увеличиваются от полосы к центру поля, но до известного предела, так как на середине широких полей остается мало осадков для пополнения запасов влаги в почве вследствие выноса снега и стекания воды в процессе снеготаяния. Все это резко сокращает расход воды на суммарное испарение.

ОСВОЕНИЕ ПЕСКОВ И ПЕСЧАНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Основное свойство сыпучего песка — подвижность. В результате движения песка происходит его сортировка, приводящая к однородности механического состава с полным удалением перегноя и илистых частиц. Рыхлость песка, зависящая от механического состава, обусловливает большую некапиллярную скважность, в связи с которой находятся его благоприятные свойства, приводящие к накоплению влаги.

Подвижность песка допускает поселение на нем лишь немногих видов растительности, образующих очень редкий покров, что обеспечивает малый расход накопленной влаги на транспирацию.

С момента появления первой растительности начинают изменяться и свойства песков: утрачивается движение в виде пересыпания эоловой толщи, прекращается подвижность в верхнем слое, происходит обогащение перегноем и мелкоземом и ухудшаются водные свойства.

Прекращение движения песков под влиянием псаммофитов может происходить в течение 20—30 лет, а превращение голых барханных песков в заросшие — в течение 40—60 лет. При шелюговании песков эти сроки сокращаются в 2—3 раза, а в комбинации шелюги с культурой сосны — в 3—4 раза против естественного зарастания (Дубянский, 1949).

Лесоразведение на песках осложняется из-за недостатка в нем питательных веществ.

Для культуры на песках нужен подбор таких древесных пород, которые способны развиваться при малом содержании влаги. К таким породам прежде всего относятся сосна обыкновенная, береза и частично белая акация; последняя потребляет много минеральных веществ и обладает способностью извлекать их из бедных почв. Лучшими породами для разведения на песках следует признать сосну и березу.

Большой резерв для облесения сосной в черноземной полосе — 400 тыс. *га* не пригодных для сельского хозяйства песчаных земель колхозов и совхозов, постепенно облесяемых сосной, и 120 тыс. *га* площадей с низкопроизводительными насаждениями мягколиственных пород. Кроме того, сосной должно быть облесено около 80 тыс. *га* не покрытых лесом площадей Гослесфонда. Это дает возможность получить дополнительный прирост ценной сосновой древесины 1—1,5 млн. $м^3$ в год, что в Центрально-Черноземном районе имеет очень важное значение (Рубцов, 1963).

Песчаные территории можно использовать не только под лес, посевы полевых культур, пастбища, но и под овощные, кормовые и технические культуры. Однако при постоянной распашке без защитных лесных насаждений и нерегулированной пастьбе скота песчаные почвы и заросшие пески разбиваются и превращаются в сыпучие.

Массивные леса в сочетании с лесными полосами, которыми должны быть опоясаны все песчаные земли, имеют исключительное значение. Эти насаждения регулируют водный баланс и защищают верхний слой почвы от дефляции. Кроме того, они играют роль поставщика древесины. Необходимое соотношение между площадью песков и площадью лесов 2 : 1.

Неблагоприятный фактор при использовании песчаных земель под полеводство — их подвижность, выдувание и засыпание посевов, и иссечение всходов песчинками. Однако в засушливые годы растения на песках переносят засуху легче, чем на суглинистых почвах.

Для устранения развевания песков необходимо создавать полосные насаждения. Ширина их зависит от состояния почвенного покрова. На сильно развеваемых песках с близким залеганием грунтовых вод она колеблется от 80 до 100 *м*, на зарастающих песках — от 15 до 200 *м*. При этом надо прежде всего учитывать условия роста самой полосы. Рекомендуемая ширина насаждений должна быть не менее 20 *м* при расстоянии между рядами 2,0—2,5 *м*. Узкие полосы, менее 20 *м*, быстро изреживаются, в них образуются бреши, в которые легко проникает сорная растительность.

Расстояние между основными полосами в лесостепи рекомендуется в 200—300 *м* и поперечными — в 600—800 *м*; в степи — 150—200 *м* между основными и 600—800 *м* между поперечными.

В лесостепи и степи полосы необходимо создавать из сосны. Рост ее на сыпучих песках изменяется от условий произрастания. Наилучшее развитие сосны наблюдается в понижениях, прилегающих к сыпучим бугристым пескам. Объясняется это весьма хорошими условиями увлажнения и большим содержанием в почвенных растворах питательных веществ. Обильная

влага для корней здесь доставляется не только капиллярным поднятием воды верховодки, но и боковым ее подтоком с прилегающих бугристых песков, где она накапливается под слоем эолового песка. Эта вода на своем пути выщелачивает погребенный гумусовый горизонт и суглинистые прослойки и, обогащаясь растворами солей, приносит их в низины, где они используются корнями деревьев.

Совершенно неудовлетворительные условия роста встречаются в небольших котловинах выдувания, где полностью удалены развеванием все горизонты покрывавшей их почвы и на поверхности обнажен светлый песок. Посадки сосны здесь характеризуются высокой выживаемостью, но с первых же лет крайне угнетены, что приводит к карликовым размерам деревьев.

Явная непригодность для культуры сосны котловинок с неперевеянным песком мало влияет на общую оценку лесопригодности сыпучих бугристых песков в целом, так как площадь отдельных котловинок измеряется только десятыми долями га, а их площадь составляет 5% от общей площади сыпучих песков.

Вершины бугров на фоне бугристых сыпучих песков менее пригодны для культур сосны, чем понижения: полнота сосновых культур здесь изменяется в пределах 0,5—0,6.

БЕРЕГОЗАЩИТНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ВДОЛЬ РЕК И ВОДОХРАНИЛИЩ

Вода, совершая круговорот в природе, нередко создает высокие паводки в ручьях и реках. Они иногда усугубляются отложением наносов в русле потока. Наносы — следствие почвенной эрозии и разрушения берегов.

Борьбу с речными паводками можно вести путем сооружения плотин и создания на реках каскада водохранилищ, которые используются для выработки электроэнергии.

Созданные и проектируемые водохранилища и каналы имеют разнообразное положительное значение.

1. Водорегулирующее — задержание на длительный период паводковых и ливневых вод и регулирование расхода.
2. Энергетическое — снабжение электроэнергией промышленных и населенных пунктов.
3. Транспортное — улучшение судоходных условий, предохранение от обмеления и образования перекатов.
4. Сельскохозяйственное — обводнение и орошение засушливых земель.
5. Водное — обеспечение чистой питьевой и технической водой населенных пунктов и промышленных предприятий.
6. Рыбохозяйственное.
7. Климатоулучшающее.
8. Санитарно-гигиеническое.

Но большинство водохранилищ не может зарегулировать весь сток. Например, на Волге у Астрахани весь расход действующих и проектируемых водохранилищ можно зарегулировать только на 55% стока. Регулирование нижнего подпертого горизонта на равнинах с помощью водохранилищ связано со значительными потерями территории. Под Куйбышевское водохранилище затоплено 183 тыс. *га* лесов, 185 тыс. *га* сенокосов и выгонов.

В густонаселенных районах затопление ведет к уменьшению площади сельскохозяйственных угодий и к значительному снижению лесистости. На участках побережий могут возникнуть процессы заболачивания. Плотины водохранилищ препятствуют продвижению рыб к нерестилищам. В горных условиях водохранилище более эффективно, чем в равнинных.

В равнинных условиях берега водоемов и рек подвергаются сильному разрушению. Они зачастую приобретают оползневой характер. На волнобойных участках Цимлянского и других водохранилищ берега разрушаются на 150—250 *м*. В результате абразии вода уносит 20—130 тыс. $м^3$ грунта на 1 *км* береговой линии. Переработка берегов будет продолжаться в течение 20 лет.

На берегах рек и водохранилищ крайне важны противоэрозионные лесные насаждения. К числу берегозащитных и водорегулирующих лесов следует отнести создающиеся защитные полосы по обоим берегам Волги (от Саратова до Астрахани), Дона (от Воронежа до Ростова), Северского Донца (от Белгорода до Дона) и Урала (от горы Вишневой до Каспийского моря). Расположение насаждений вдоль берегов этих рек и их ширина способствуют максимальной инфильтрации в почву атмосферных осадков в процессе весеннего снеготаяния (табл. 40).

Таблица 40

Ширина водорегулирующих и противоэрозионных полос и расстояние между ними

Государственные лесные полосы	Протяжение, *км*	Количество полос	Ширина полос, *м*	Расстояние между полосами, *м*
Саратов — Астрахань	900	2	100	—
Воронеж — Ростов-на-Дону	920	2	60	—
Белгород — Дон	500	2	30	—
Гора Вишневая — Каспийское море	1080	6	60	200

Государственные лесные полосы — основа защитного лесоразведения. Проходя по водоразделам основных рек, они придают более постоянный характер водному режиму на верхней

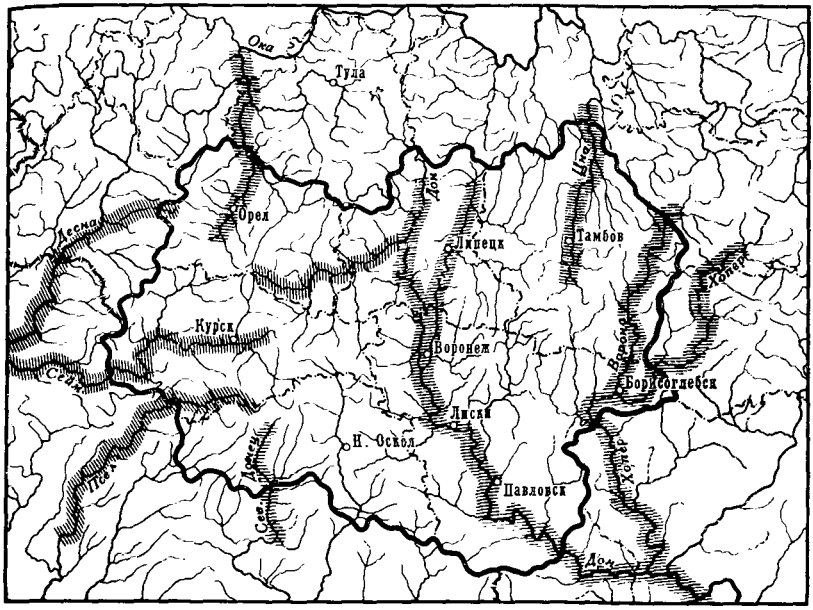

Рис. 5. Схема речной сети ЦЧР и запретные лесные полосы шириной 3 *км*

половине склонов, с ними территориально связана сеть колхозных и совхозных полезащитных полос. Защитные насаждения не только регулируют сток, но и представляют собой естественные фильтры, которые задерживают илистые частицы и очищают воду от вредных микроорганизмов.

Государственные защитные полосы и запретные полосы вдоль рек являются особым государственным фондом, на котором ведется лесное хозяйство по принципу непрерывного лесовосстановления (рис. 5).

Прибрежные земли около крупных рек, освоенные под сельское хозяйство с давних пор, сильно изменены эрозионными процессами. В настоящее время на них образовались овраги и балки, которые при отсутствии надлежащей защиты могут распространиться шире и вызвать новые овраги.

Для предотвращения этих процессов необходимо создать берегозащитные полосы, а за их пределами систему водопоглотительных полос вдоль всей гидрографической сети, не исключая оврагов и балок, которые в 1 *км*, а иногда и далее, от реки ориентированы не к ней, а к ее притокам. Они также должны быть окаймлены водопоглотительными полосами. Кроме того, необходимо сохранить или же вырастить лесные полосы поперек длинных склонов на расстоянии 500 *м*. Особое внимание надо

обратить на бассейны малых водотоков, так как режим главных рек изменяется в тесной связи с улучшением их гидрологического режима.

Водосборные бассейны больших рек обычно слагаются из бассейнов рек второго, третьего и четвертого, пятого и шестого порядков. Под влиянием густой сети оврагов, балок и рек поверхность водосборов настолько сильно расчленяется, что дренируется ими через 0,5—1,0 *км*, а иногда и чаще, потому что коэффициент расчленения площади нередко достигает 3 *км* и более на 1 *км*^{2}. В целях предотвращения дальнейшего расчленения площадей необходимо создавать водопоглотительные полосы вдоль всей сети и на склонах более 0,5 *км*. Полностью зарегулированный поверхностный сток на малых водосборах способствует повышению водности всей речной системы.

Защитные леса на водосборных бассейнах должны состоять из берегозащитных, водорегулирующих и климаторегулирующих полос или участков леса. Берегозащитные леса необходимы для охвата всей овражно-балочной системы, непосредственно впадающей в реки не только первого, но и второго и третьего порядков.

Леса по берегам рек располагаются в виде полос или же участков неправильной формы. Верхняя граница берегозащитных лесных полос должна проходить по верхнему краю непригодных для сельского хозяйства земель, подверженных оползням, водной и ветровой эрозии. Система лесонасаждений будет разветвляться по берегам притоков малых рек, балкам и другим неудобным площадям и сливаться в лесные массивы на песчаных почвах, заболоченных площадях и сильно эродированных склонах с густой сетью мелких оврагов. Следовательно, форма лесных площадей будет нередко неправильной не только по этим причинам, но и по наличию различно затопляемых пойменных земель, островов среди рек и т. п.

Лесные массивы могут быть расчленены и полями, которыми следует занять на супесях и суглинках 10—15%, а на песках 30—50% от общей площади. Исключением являются овражно-балочные территории, где лесами обычно занимается весь поперечник балки. Однако и здесь днища балки могут быть использованы под сенокосные угодья, перемежающиеся с лесными поперечными участками.

В общем берегоукрепительными полосами совместно с водопоглотительными и климаторегулирующими на реках первого порядка может быть занято 25—30% площади.

Наряду с этим отдельные участки побережий, включая песчаные террасы, будут заняты лесными полосами правильной формы. Ширина берегозащитных полос может простираться на 100—800 *м*, а нередко до 1000 *м*, если площади очень сильно эродированы и подвержены оползням. Естественно, не все по-

бережье бывает занято лесами. Освоенная и пригодная площадь в основном всюду используется в сельском хозяйстве; на ней должны проводиться специальные агротехнические мероприятия, связанные с введением защитных севооборотов, организацией сенокосно-пастбищных угодий, садов, полезащитных полос и т. п.

Верхние берегозащитные насаждения закладываются выше бровки берега, нижние — в зоне подтопления и временного затопления весной и средние — по береговым откосам и оврагам.

Назначение верхних полос должно сводиться к обеспечению рассеивания и поглощения поверхностно стекающих вод, задержания наносов почвы, снижению оводнения оползневых масс почвогрунта и защите рек от загрязнения. Кроме того, они способствуют объединению всех защитных и водопоглотительных насаждений в единый лесной массив, создающий благоприятные условия для существования фауны.

Создание системы защитных водорегулирующих и климаторегулирующих насаждений обеспечивает охрану почв от абразии, речной, овражной, склоновой эрозии, подтопления, развевания песков и улучшает водность рек. Все это позволяет утверждать, что развитие лесного хозяйства на водосборном бассейне должно быть обосновано и увязано как в экономическом, так и в техническом отношениях с другими отраслями народного хозяйства.

Верхние береговые насаждения могут быть представлены полосами шириной 100 *м*, разветвленными по берегам рек 1—3-го порядков, а также более узкими полосами (от 30 до 60 *м*) и, наконец, лесными массивами, приуроченными к сильно овражистым заболоченным площадям, пескам и т. п.

Ширина водопоглотительных полос на реках 2-го и 3-го порядков должна быть также от 50 до 100 *м*, а иногда 500 *м*; на реках четвертого порядка — от 30 до 250 *м* и на реках пятого и шестого порядков — от 30 до 150 *м*. На более мелких реках и ручьях ширина таких полос (на склонах до 4°) колеблется в зависимости от почвенных разностей в пределах от 40 до 80 *м*, на равнинах она уменьшается до 20 *м*. Наибольшая ширина полос приурочена к суглинкам и наименьшая — к супесям. С увеличением крутизны склонов она меняется.

Основные леса должны сосредоточиваться в бассейнах малых потоков, а не по берегам главных рек. Между тем сейчас 85—90%, а нередко и 95% стока формируется за пределами запретных полос, поэтому последние не оказывают никакого влияния на сосредоточенные потоки вод, проходящих «транзитом» мимо запретных полос. Это заставляет признать, что не запретные полосы, а все леса, расположенные в пределах водосборного бассейна, выполняют водоохранные функции, т. е. способствуют улучшению и целесообразному использованию

водных ресурсов электростанциями, водным транспортом, рыбной, лесной промышленностью, сельским хозяйством и другими отраслями народного хозяйства. Однако это не значит, что водосборные бассейны должны сплошь покрываться лесом. Каждый бассейн должен иметь свое распределение лесов по площади и свою оптимальную лесистость, если, естественно, исторические условия его не вызывают массивного лесоразведения (например, при густой овражно-балочной сети).

Основным недостатком при выделении водоохранных лесов в прошлом был шаблонный подход. Их выделяли без учета границ водосборного бассейна, его лесистости и расположения лесных массивов на водосборе. Не принимались во внимание рельеф местности, степень заболоченности территории и расчлененности ее гидрографической сетью. Не учитывались механический состав, типы почв и наличие песчаных арен. Другими словами, отсутствовали самые элементарные натурные исследования, которые очень важны при решении этого весьма ответственного вопроса. Кроме того, необоснованно игнорировались запросы народного хозяйства в древесине и, наконец, не принимались меры к повышению продуктивности лесов и улучшению качества древесины — существовал созерцательный принцип ведения хозяйства в водоохранных лесах. Все возлагалось на волю природы.

Пассивное ведение хозяйства привело к тому, что одна пятая часть лесных площадей представлена изреженными древостоями полнотой 0,5 и ниже, а также заболоченными лесами, площадь которых вместе с изреженными достигает одной трети и не выполняет водоохранной и водорегулирующей роли.

В составе лесов еще преобладают осиновые и березовые древостои. В мелколиственных лесах не проводилось улучшения состава путем введения под полог более ценных пород с последующим проведением рубок ухода.

Между тем интенсивное почвозащитное и водоохранное лесное хозяйство должно базироваться на активном выращивании лесов в неразрывной связи с использованием древесины и непременным разведением лесов после рубки.

Учитывая специфические требования к водоохранным лесам, следовало бы объединить леса I и II групп и принять меры к организации единого хозяйства, направленного на выращивание высокопродуктивных древостоев, которые выполняли бы водопоглотительные функции и по праву назывались водоохранными.

Вырубка лесов должна сопровождаться возобновлением ценных долговечных пород. В процессе восстановления лесов необходимо добиваться равномерного распределения их по площади и оптимальной лесистости для каждой разновидности почв по механическому составу, типам почв и условиям рельефа.

Ширина полос, подчеркиваем, увязывается с их целевым назначением, условиями рельефа, длиной склонов и водопроницаемостью почвы. В малолесных лесостепных и степных районах оптимальная лесистость определяется эффективностью защиты полосами разной ширины колхозных и совхозных полей от засух, водной и ветровой эрозии.

Полосами защищаются берега рек, оврагов, балок и водохранилищ. Ширина их определяется длиной овражно-балочной сети на берегах. Площадь вокруг водохранилища надо занять защитными лесными насаждениями, лесопарками, рощами и садами, чередующимися с луговыми угодьями. Весь перечисленный комплекс должен превратиться в мощное зеленое кольцо, защищающее водохранилище от неблагоприятных метеорологических условий.

В настоящее время лесистость запретных полос вдоль рек значительно ниже, чем лесистость водосборного бассейна. Это вызвано давнишней культурой земледелия, начавшейся на берегах рек.

ШИРИНА ЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ВДОЛЬ ШОССЕЙНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Железные и шоссейные дороги также окаймляются защитными полосами, которые помимо снегозащитного имеют ветроломное и водорегулирующее значение. Насаждения вдоль дорог создаются в основном для защиты железнодорожного полотна от снежных заносов и для художественного оформления дорог. В небольшом количестве создаются насаждения для защиты дорог от размывов, от песчаных заносов, от сильных ветров и пыльных бурь.

В последнее время начинают создавать насаждения комплексного значения вдоль автомобильных дорог, с учетом запросов совхозов и колхозов. В них высаживаются плодовые деревья. Плодовые сады вдоль дорог проектируются шириной 100—150 *м*. Иногда трассы государственных полос совмещают с автомобильными дорогами. Приняты решения о закладке новых государственных защитных полос вдоль автомобильных дорог Волгоградской, Липецкой и Омской областей.

Цвет естественной зелени благотворно влияет на психику людей, уменьшает внутриглазное давление и слепое пятно сетчатки, улучшает слух, кровообращение, а следовательно, и работоспособность. Как установлено в ГДР и США, на озелененных дорогах гораздо меньше аварий.

Вопросы расположения защитных лесных полос вдоль автомобильных дорог разрабатываются Г. И. Матякиным (1963). По взглядам Матякина, крупнейший недостаток созданных

снегозащитных полос вдоль автомобильных дорог — малое расстояние от них до дороги, не соответствующее объему приносимого снега. Это расстояние редко превышает 20 *м*, очень часто составляя 15—18 *м*, а иногда всего лишь 11—13 *м*. В результате этого ширина заветренной части снежного вала получается больше, чем расстояние от посадок до дороги, и снежный вал выходит на проезжую часть, создавая мощные заносы.

Наблюдалось и неправильное размещение пород в полосе. При смешении древесных пород необходимо предусмотреть постепенное повышение крон от крайних рядов к внутренним с расчетом, чтобы кроны имели свободный доступ света и густое ветвление хотя бы с одной стороны. В этой связи Г. И. Матякин рекомендует 8-рядную полосу, у которой в крайних рядах произрастает низкий кустарник, во вторых — высокий, а в четвертых рядах — высококронная древесная порода.

В сборнике по защитному лесоразведению (1962) считаются рациональными узкие малорядные полосы со сравнительно широкими разрывами между ними и дорогой.

На основании исследований, проведенных на экспериментально созданных полосах Г. И. Матякиным, рекомендуются полосы определенной ширины в зависимости от объема снега (в $м^3$), приносимого на 1 пог. *м* (табл. 41).

Таблица 41

Ширина снегосборных полос

Объем снега на 1 пог. *м*, $м^3$	Расстояние от края дороги до полосы, *м*	Ширина полосы, *м*	Расстояние между полосами, *м*	Ширина второй полосы, *м*	Общая ширина защиты, *м*
До 25	20—25	4—5	—	—	24—29
До 50	30	7,5	—	—	39
До 75	40	12,5	—	—	54
До 100	50	12,5	—	—	64
До 150	40	12,5	30	7,5	91,5
До 200	50	12,5	35	12,5	111,5

Снег необходимо задерживать на полях, а не около дорог. Поэтому комплексная снегозащита должна состоять из системы полезащитных полос и снегозадержания на средней части придорожных полей при помощи снегопашки или кулис высокостебельных растений; дорожные насаждения должны рассчитываться на задержание небольшого количества снега.

Снегозащитные полосы вдоль дорог должны увязываться с ландшафтом местности.

Агролеспроектом предусматриваются также снегозащитные и водорегулирующие полосы, роль которых должна сводиться к

задержанию всего приносимого к пути снега. Общая ширина их, рекомендуемая для разных областей Европейской части СССР, приводится в табл. 42.

Таблица 42

Ширина снегосборных полос, *м*

Район	Для естественных лесов	Для искусственных насаждений
Причерноморский	100	15—25
Западная часть СССР . . .	150	100—120
Центральная часть	250	120—170
Северо-восточная часть . .	500	250—300
Юго-восточная часть . . .	750	960

В Причерноморской полосе создаются ветрозащитные полосы. В юго-восточных и северо-восточных районах вместо концентрированных намечаются рассредоточенные по площади ажурные лесные полосы, также чередующиеся с полевыми угодьями.

На сильнозаносимых участках Казанской железной дороги полоса леса должна занимать 500 *м*, при чередовании леса с полями.

Узкополосные лесные насаждения с разрывами, состоящие из системы густых 5—9-рядных полос, отделенных друг от друга разрывами шириной 10—30 *м*, постоянно содержащимися в состоянии черного пара, находят большое применение в засушливых областях.

В лесостепной полосе применяются многорядные снегопоглощающие полосы с разрывами шириной 10—30 *м*. Со стороны поля обычно расположена более широкая полоса (20—30 рядов), все остальные у́же. Практика эксплуатации таких насаждений показала, что они, несмотря на ряд бесспорных преимуществ, имеют те же недостатки, что и сплошные многорядные лесные полосы. Иная картина наблюдается в снегопоглощающих многорядных лесных полосах с узким полевым ветроломом, широким полевым разрывом и широкой путевой полосой (Макарычев, 1963). Такие полосы создаются вдоль Западно-Сибирской, Куйбышевской и Казанской железных дорог.

ЗЕЛЕНЫЕ ЗОНЫ ВОКРУГ ГОРОДОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ

Значение лесных насаждений не ограничивается только водорегулирующей или защитной ролью для сельскохозяйственных культур, путей транспорта, ручьев, рек, озер и других водоемов. Они должны выполнять санитарно-гигиеническую роль и быть

местом отдыха трудящихся. Для этого прежде всего необходимы зеленые зоны вокруг городов и промышленных центров.

Установленных норм площади зеленых зон вокруг городов нет. Она зависит от численности населения, лесистости территории, степени посещаемости зеленых зон и защитности насаждений. В США на каждого посещающего парки жителя приходится 680 $м^2$ площади зеленой зоны, в Японии — 191 $м^2$, в Англии — 188 $м^2$, Швеции — 570 $м^2$, Италии — 39 $м^2$, Чехословакии — 130 $м^2$, Нидерландах — 40 $м^2$ и ФРГ — 10 $м^2$.

Коэффициент посещаемости лесопарков и зеленых зон населением городов в СССР приводится в табл. 43.

Таблица 43

Коэффициент посещаемости зеленых зон вокруг городов

Категория	Города и поселки городского типа с населением, тыс. человек	Коэффициент посещаемости
I	500 и более	0,15
II	100—500	0,12
III	50—100	0,10
IV	10—50	0,08
V	До 10	0,05

Исходя из этих данных, площадь зеленых зон ($К$) может быть установлена по формуле:

$$К = \frac{Nab}{100 \cdot 100} \cdot Л,$$

где N — расчетная численность населения на конец перспективного периода (15—20 лет); a — процент посещаемости; b — площадь, потребная на 100 человек (от 10 до 20 *га*); $Л$ — коэффициент, зависящий от лесистости территории в радиусе зеленой зоны.

Таблица 44

Нормы лесных площадей в городах и поселках городского типа, *га* на 1 тыс. жителей

Лесистость, %	Поправочный коэффициент на лесистость, $м$	Категории городов и поселков городского типа				
		I (500 тыс. и более)	II (100—500 тыс.)	III (50—100 тыс.)	IV (10—50 тыс.)	V (до 10 тыс.)
До 2	0,30	40	32	27	21	14
2—3	0,33	44	35	29	23	15
3—5	0,38	51	41	34	27	17
5—8	0,45	60	48	40	32	20
8—10	0,50	67	54	45	36	23
10—12	0,55	73	59	49	39	25
12—15	0,63	84	67	56	45	28
15—20	0,75	110	80	67	53	34
20—25	0,88	117	94	78	53	40
Более 25	1,0	133	107	89	71	45

Всесоюзное объединение Агролеспроект (1964) установило примерные нормы для выделения зеленых зон по категориям городов и поселков городского типа (табл. 44) (см. «Принципы отбора...»).

Максимальная средняя ширина полосы пригородной территории для размещения зеленых зон в существующих насаждениях при разных процентах лесистости по расчетам Агролеспроекта приводится в табл. 45. Ширина зеленых зон вокруг Ленинграда и Москвы устанавливается на основе специальных проектов.

Таблица 45

Ширина зеленых зон вокруг городов разных категорий в зависимости от процента лесистости, *км*

Категория городов	Лесистость, %				
	2	5	10	25	40
I	60,3	40,4	31,1	24,5	19,5
II	37,5	29,5	19,2	14,4	11,9
III	15,2	9,9	7,6	5,9	5,7
IV	9,1	7,7	4,6	3,8	2,8
V	3,2	2,0	1,4	1,2	0,8

Кроме того, необходимо учесть потребность в зеленых зонах вокруг санаториев, курортов, домов отдыха и дачных поселков. Надо также предусмотреть площади питомников, заповедников, охотничьих хозяйств, мелиоративных насаждений вдоль каналов и, наконец, лесопарков и крупных загородных парков, создаваемых на базе существующих лесных

Таблица 46

Объект	Нормы насаждений
Учебные заведения	Не более 60% от общей площади
Лечебные учреждения	70 $м^2$ на одну койку в пределах города и 180 $м^2$ вне ее, но не менее 60% площади
Промышленные предприятия	Не менее 25% площади, не считая санитарных разрывов
Научно-исследовательские институты	Не менее 20% площади
Ботанические и зоологические сады	Определяются генеральным планом города
Лесопарки и крупные загородные парки	150 $м^2$ на одного посещающего человека
Санаторно-курортные зоны	200—250 $м^2$ на одно место для санаториев и домов отдыха и 300—375 $м^2$ — вне курорта
Пионерские лагеря	200—275 $м^2$ на одно место
Дачные поселки в пределах городской черты	300—600 $м^2$ на одного застройщика
Коллективные плодовые сады в пригородной зоне	700—1200 $м^2$ на одного члена товарищества и 300—600 $м^2$ на одного застройщика

массивов или закладываемых на пригодных для озеленения землях лесопаркового пояса и пригородных зон.

Следует иметь в виду и создание специальных насаждений ограниченного пользования на территории учебных заведений, лечебных учреждений, научно-исследовательских институтов, промышленных предприятий, ботанических и зоологических садов, пионерских лагерей и т. д.

Нормы зеленых насаждений для перечисленных учреждений приведены в табл. 46.

ЗАПРОСЫ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И РАСШИРЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Развитие народного хозяйства страны в виде взаимосвязанных крупных районных производственно-территориальных комплексов, таких, как Урал, Центральный район, Черноземный центр, является важнейшей закономерностью территориальной организации промышленности и хозяйства СССР.

Каждый такой район должен быть экономически целостным территориальным объединением, в котором на основе природных ресурсов, существующей материально-технической базы и населения представляется возможность в плановом порядке построить взаимосвязанное сочетание различных предприятий и отраслей хозяйства, обеспечить повышение урожайности культур и производительности труда.

Развитие хозяйства в виде системы крупных районных комплексов дает экономический эффект не только за счет комбинированных производственных процессов, комплексного использования сырьевых энергетических ресурсов, инженерных устройств, но и за счет относительного сокращения межрайонных связей, объема дальних перевозок и увеличения роли внутрирайонных перевозок.

Резкое преобладание межрайонных перевозок в работе транспорта вызывается рядом причин. Среди них важнейшая — недостаточная комплексность в развитии крупных экономических районов. В частности, многие материалы в различные районы нашей страны поставляются в необработанном виде.

Особенно велик удельный вес перевозок лесных материалов. Лесные грузы занимают третье место в межрайонном грузообороте страны. За последние годы продолжает увеличиваться роль железнодорожного транспорта в перевозках лесопродукции. В межрайонных связях по лесу и лесоматериалам произойдут очень крупные изменения, главным образом под влиянием перемещения лесозаготовок лесообрабатывающей промышленности в наиболее богатые лесными ресурсами районы Сибири.

Однако потребности районов Европейской части СССР в пиленом лесе не могут быть полностью удовлетворены лесозаготовками на Севере и Северо-Западе.

Мощный поток сибирского леса пойдет в Центральные, Центрально-Черноземные районы, на Северный Кавказ, в Закавказье и на Украину.

В истекшем году на территорию Центрально-Черноземного района ежегодно ввозилось из многолесных районов 2200 тыс. $м^3$ деловой древесины. Если допустить получение этой древесины на месте потребления, то потребовалось бы подготовить к рубке 3667 тыс. $м^3$ стволовой древесины при условии, что средний выход ее будет равным 60%.

Считая средний запас древесины на 1 *га* в лесостепной зоне 250 $м^3$, годичная лесосека должна составить 14 670 *га*.

Для удовлетворения нужд Центрально-Черноземного района ежегодно заготовляется на месте только 1713 тыс. $м^3$ древесины (табл. 47).

Этот объем в настоящее время удовлетворяет запросы хозяйства района в древесине только на 35—40%. Значительная часть потребности может быть удовлетворена путем лесоразведения на песках, в оврагах и балках и за счет водопоглотительных полос, расположенных на склонах среди полей. Опыт Каменной степи и Новосильской овражно-опытной станции позволяет рассчитывать на это.

Таблица 47

Объем заготовляемой древесины в год за последнее десятилетие по областям Центрально-Черноземного района, тыс. $м^3$

Область	Фактический отпуск леса при рубках главного пользования и рубках ухода
Орловская	162
Курская	183
Белгородская . . .	285
Воронежская . . .	462
Тамбовская	621
Итого . . .	1713

В Каменной степи общий запас взрослых древостоев равняется 27,2 тыс. $м^3$ древесины. Текущий прирост дубовых насаждений по массе составляет 2,1—3,3%, ясеневых — 3,0—3,2% и березовых 3,6%. Ежегодный прирост всех докучаевских полос составляет свыше 600 $м^3$ (Павловский, 1955). Высокой продуктивностью отличаются защитные насаждения в Орловской области. Здесь в насаждениях Шатиловского леса, входящего в состав Моховского лесхоза, имеется десять урочищ площадью от 6 до 103 *га* каждый. Особо интересны первые групповые посадки хвойных. Например, лиственница 130 лет достигает 40 *м* высоты и диаметра 75 *см*; сосна веймутова, соответственно, — 36 *м* и 75 *см*; ель — 37 *м* и 80 *см;* высота пихты сибирской 100 лет 30 *м* и бальзамической — 26 *м*. Из лиственных пород самая распространенная — дуб, занимающий 39% лесопокрытой площади.

Высота дубовых насаждений — 20—22 *м*, запас древесины свыше 300 $м^3$ на 1 *га*.

Следовательно, решая вопрос об установлении оптимальной лесистости, нельзя забывать и того, что через 40 или 80 лет, когда лесные участки достигнут возраста рубки, население в данном районе, увеличиваясь на 1,5% ежегодно, составит соответственно 15,2 млн. или 25 млн. человек. Наряду с общим увеличением потребности в древесине в связи с приростом населения возрастет потребность и в земельных площадях для сельского хозяйства. Эти потребности необходимо и можно уменьшить путем сохранения естественных и искусственных лесов, а также повышением плодородия почвы за счет минеральных и органических удобрений, не говоря уже об общем улучшении техники обработки и устранении смыва и размыва почвы.

Учитывая высокую плотность населения в Центрально-Черноземном районе в настоящее время, можно допустить, что этот район будет поставлять рабочую силу для малонаселенных районов страны. Вследствие этого население к 1980 г. увеличится не на 2,5 млн. человек, а значительно меньше.

Переходя к установлению оптимальной лесистости в размерах, удовлетворяющих не только водоохранные и водорегулирующие запросы, но и местные нужды в древесине, а также учитывая прирост населения, приходится сказать, что в изучаемом районе возможностей для удовлетворения возрастающих запросов в лесе нет. Существующая потребность в древесине в размере 3667 тыс. $м^3$ может быть полностью удовлетворена за счет водорегулирующих, почвозащитных и климаторегулирующих насаждений и, главным образом, за счет полного облесения лесного фонда и непригодных для сельского хозяйства площадей. Как показывают расчеты, полное удовлетворение запросов хозяйства может быть осуществлено при лесистости 30%. Эта оптимальная потребительная лесистость, за исключением отдельных территорий, превышает существующую на 22%. Однако надо помнить, что Центрально-Черноземный район — крупная сельскохозяйственная база. Леса должны способствовать здесь повышению урожайности полей.

ЗАПОВЕДНИКИ И НОРМЫ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ДЛЯ ОБИТАНИЯ И РАЗМНОЖЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

Для изучения природы в ее естественном состоянии в СССР созданы заповедники. В них обеспечиваются условия для жизни и охраны диких животных и особо ценных памятников природы.

Для охраны диких зверей в нашей стране существует ряд заповедников, минимальная площадь которых должна быть не менее 20 тыс. *га* на 125—175 голов. Эта цифра не предельная. Плотность животных находится в тесной зависимости от разно-

образия угодий, возраста и типа лесов. Очень важно богатство лесов ягодами, семенами, орехами и грибами.

В лесопарковой зоне Москвы (на 1 тыс. *га* лесов) обитает 13 лосей, 8 сибирских косуль, 70 зайцев-беляков, 2 лисицы, 2 выдры, 10 норок, 30 белок, 10 фазанов и 20 серых куропаток.

По исследованиям в ГДР, плотность населения копытных зависит от плодородия почвы и количества кормовых ресурсов (табл. 48). Отсюда ясна необходимость создания целесообразной плотности населения копытных в лесу.

Таблица 48

Допустимая плотность копытных в ГДР

Характеристика угодья	Число голов на 1000 *га*		
	олени	лани	косули
Хорошая почва и большие кормовые ресурсы	15—25	30—50	10—100
Бедные почвы с ограниченными кормовыми ресурсами	1—5	1—15	10—20

Заповедные леса в значительной мере будут выполнять водоохранные и почвозащитные функции и частично отвечать запросам народного хозяйства в древесине (рубки ухода).

ОБОБЩЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛЕСИСТОСТИ ПО ОБЛАСТЯМ

Успехи естественных наук XX в. тесно связаны с разработкой прогрессивной идеи — установления взаимосвязей между отдельными явлениями в природе. Возникшее в результате этого стремление к комплексности изучения основано на представлении о природе, как о системе предметов и явлений, тесно связанных между собой в единое целое. На основе именно комплексного использования различных областей знания должен решаться вопрос об оптимальной лесистости.

Нельзя, например, устанавливать оптимальную лесистость только по рельефу местности, хотя этот фактор существенно влияет на интенсивность стока твердых осадков. Было бы неправильным учитывать только наивыгоднейшую ширину водопоглотительных полос. Более правильно устанавливать лесистость по изменению коэффициента стока в связи с процентом лесистости на водосборе, рельефом местности и степенью смытости почвы. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы лесные массивы или полосы чередовались с полями или выгонами.

При принятом проценте лесистости косвенно учитываются размеры безлесных площадей или полей, которые влияют на величину испарения влаги. Совокупность перечисленных факто-

ров определяет влажность почвы на водосборных бассейнах. При определении процента лесистости, безусловно, надо принимать во внимание и современное состояние безлесных территорий и полей. Большое влияние на урожай сельскохозяйственных культур оказывают пыльные бури и суховеи. Ограждение полей от пыльных бурь — первостепенная задача, которую необходимо учитывать при установлении лесистости.

Нужно принимать во внимание берегозащитные леса вдоль рек, вокруг водоемов, а также вдоль железных и шоссейных дорог. Необходимо учитывать зеленые зоны вокруг городов и крупных промышленных центров, курортов, домов отдыха и пионерских лагерей. Надо оберегать леса от вытаптывания скотом, чтобы сохранить подстилку, структуру, порозность и влагопроницаемость почвы.

Мы вычислили оптимальный процент лесистости для различных административных областей Центрально-Черноземного района. В табл. 49 приводятся два основных ряда цифр лесистости — первый ряд вычислен исходя из площади сельскохозяйственных земель (пашни, сенокосы, пастбища), а последний (общая лесистость) — из общей площади каждой области. Существующая лесистость и доля лесопарков вычислены также в процентах от общей площади.

Таблица 49

Лесистость по областям Центрально-Черноземного района, в %

Область	Оптимальная лесистость на существующих с/х землях (без лесов)	Лесистость зеленых зон вокруг городов и крупных промышленных центров	Существующие леса	Общая лесистость
Орловская	12,4	0,2	5,1	15,3
Курская	12,7	0,3	3,7	17,1
Белгородская	16,0	0,1	9,0	25,1
Воронежская	18,7	0,4	9,0	24,8
Липецкая	15,5	0,2	8,0	22,2
Тамбовская	10,4	0,1	10,0	19,4

В приведенные цифры первого и последнего рядов входят и песчаные земли (30% из общей площади которых запроектировано под полосное лесоразведение), берегозащитные полосы вдоль рек, водоемов, железных и шоссейных дорог. Все эти лесные массивы и полосы, наряду с целевыми задачами, выполняют водорегулирующие почвозащитные функции.

В наших исследованиях лесистости в 1957, 1960 и 1962 гг., основанных, главным образом, на изучении поверхностного стока, были получены несколько другие цифры, изменявшиеся в пре-

делах 20—25% от общей площади водосбора. В данной работе колебания по областям варьируют от 15 до 25%. Для отдельных естественноисторических районов, характеризующихся ровной поверхностью, лесистость составляла 5%. Она рассчитывается в основном на осуществление климаторегулирующих функций.

Таким образом, размер оптимальной лесистости меняется в зависимости от целевого назначения площадей. Например, при слабой и очень слабой всхолмленности территории проектируемая лесистость может колебаться в пределах 5—10%. Ее следует называть климаторегулирующей или полезащитной. Для защиты почвы от смыва оптимальная лесистость будет варьировать от 12 до 20%. Эту лесистость следует называть почвозащитной. Она будет охватывать территории средне- и сильновсхолмленные, обычно со средне- и сильносмытыми почвами. Водоохранная и водорегулирующая оптимальная лесистость будет составлять 25—30%.

Из ряда нормативов, позволяющих полнее и разностороннее регулировать гидрологию водосбора, выделяется оптимальная лесистость. При установлении ее можно полностью перевести поверхностный сток в грунтовый, предотвратить смыв и размыв почвы, сократить бесполезные расходы влаги на испарение, устранить вредное влияние пыльных бурь, повысить урожайность полей и в значительной мере обеспечить местные потребности в древесине. Без достижения оптимальной лесистости нельзя добиться сокращения бесполезных расходов влаги в областях с недостаточным увлажнением.

Оптимальная ширина водопоглотительных полос во всех случаях представляет собой вспомогательный норматив, облегчающий расчет оптимальной лесистости. Нельзя опираться на ширину полос, как на основной, ведущий фактор, способствующий переводу поверхностных вод в грунтовые.

Распределение лесистости по склонам разной экспозиции следует осуществлять в соответствии с данными табл. 28, а расстояние между полосами на склонах разной крутизны — табл. 29. Ширина водопоглотительных полос в зависимости от степени промерзания почвы, ее механического состава, состава древесных пород и крутизны склонов устанавливается по данным табл. 32, 33, 34, 35, 36, а размеры полей расчитываются в зависимости от высоты полос и испаряемости.

Ширина снегосборных полос вдоль дорог, а также зеленых зон устанавливается в соответствии с табл. 42 и 45.

При отсутствии детальных геоморфологических, гидрологических исследований, степени эродированности почвы и испаряемости в отдельных естественноисторических районах примерные расчеты оптимальной лесистости можно осуществить на основании данных, характеризующих густоту горизонтального расчленения поверхности (см. Приложение в конце книги).

СОСТОЯНИЕ ВОДООХРАННЫХ ЛЕСОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ

В интересах охраны вод и защиты почв леса СССР в 1943 г. были разделены на три группы.

В группу I входили леса почвозащитные, полезащитные, курортные, зеленых зон вокруг промышленных предприятий и городов, а также ленточные боры в Западной Сибири, заповедники и степные колки.

Группу II составляли леса, которые по своему состоянию и древесным запасам требуют ограничительных мероприятий в отношении размеров рубок и развертывания работ по их воспроизводству.

Группа III — это леса, расположенные на остальной территории Союза ССР, за исключением лесов группы I и II. Для первой группы установлен определенный режим хозяйства, независимо от экономических условий, в которых она находится. При выделении таких лесов пользование древесиной не составляло основной цели хозяйства. В них не разрешалось производить сплошных рубок. Постепенные и выборочные рубки не запрещались. Главное пользование в лесах I группы, кроме рубки перестойного леса, допускалось только в порядке отступления от общего положения и назначалось на основе особых распоряжений.

В лесах II группы допускается рубка главного пользования, но в размере не свыше среднего годичного прироста, с применением системы рубок в соответствии с установленными правилами.

Водоохранно-защитная функция лесов стала одной из основных, не менее важной, чем прямое выращивание и использование древесины; стала одним из факторов экономического развития народного хозяйства страны.

Установление особого режима хозяйства в лесах I группы и в запретных полосах оказало положительное влияние на увеличение древесных запасов и способствовало восстановлению лесов в малолесных районах и, бесспорно, повысило общую культуру хозяйства. Однако запрет рубки в спелых древостоях на длительное время не способствовал рациональному использованию древесины, а в некоторых случаях затруднял естественное возобновление леса и тем понижал его водоохранные функции.

Выделению водоохранной зоны не предшествовали лесоводственные и гидрологические исследования, которые бы охарактеризовали водоохранную роль лесов разных типов, разного состава, возраста и сомкнутости древостоев. Тогда еще не был изучен водный баланс на водосборных бассейнах, покрытых и не покрытых лесом. Не были изучены и особенности поверхностного стока, а также суммарное испарение лесами разных типов, разного состава, возраста и сомкнутости. Не были установлены признаки водоохранности лесов, продолжительность их действия во времени.

Оставалась не выявленной гидрологическая спелость древостоя или тот возраст, с которого начинает сильно увеличиваться расход влаги на суммарное испарение на 1 $м^3$ текущего прироста. Поэтому в рубку назначались древостои в стадии распада и хозяйство велось на сухостой. В результате отпуск древесины из лесов I группы был незначительным.

Оптимальная лесистость, обеспечивающая наилучшие водоохранные свойства водосборного бассейна и потребности хозяйства, также не была выявлена. Лесное хозяйство не располагало данными об оптимальной ширине водопоглотительных лесных полос, переводящих поверхностный сток во внутрипочвенный и грунтовый с полей, расположенных над лесной полосой.

Выделенная водоохранная зона включала в себя все лесные массивы, расположенные в бассейнах Волги, Дона, Днепра, Урала и верхнего течения Западной Двины с некоторыми притоками.

Выделение водоохранных лесов послужило началом признания дифференцированных методов ведения лесного хозяйства в лесах различных групп страны и определения задач научно-исследовательских организаций по изучению и улучшению водоохранно-защитных свойств лесов.

К сожалению, в прошлом определение ширины полос вдоль рек производилось без исследований в натуре и без учета расчлененности территории берегами, ручьями и малыми водотоками.

Полосы выделялись лишь с учетом значимости рек, совершенно не принимались во внимание рельеф прилегающей к реке местности, почвенные условия, водно-физические свойства почвы и особенно ее водопроницаемость, гидрографическая сеть, состав, возраст, сомкнутость и состояние древостоев. При этом многие овраги, даже самые опасные, оставались не захваченными защитными полосами. Между тем противоэрозионные лесные полосы должны выходить со склонов оврагов на плато и здесь парализовать зарождение размывающих потоков.

Полосы были выделены с помощью циркуля, без обследования лесоустроительными партиями всех условий в натуре. Все это привело к тому, что полосы шириной от 0,2 до 6 *км* оказывали недостаточное влияние на водосбор. В то же время широкие полосы (20 *км*) местами заходили в водораздел соседних рек, а мелкие притоки, как правило, не защищались запретными полосами и подвергались воздействиям смыва и размыва почвы весной, во время снеготаяния, и летом, при ливневых осадках.

В результате существующие запретные полосы вдоль рек очень слабо выполняли водоохранные функции, так как малые водосборные бассейны и временные водотоки находились между лесными полосами и по ним беспрепятственно стекали талые воды, сформировавшиеся на безлесных водосборных бассейнах.

Лесные полосы должны регулировать сток не только вдоль берегов рек и временных водотоков. Лесные массивы нужно рас-

полагать и на склонах, на определенном расстоянии один от другого. В общем в выполнении водоохранных свойств леса ведущую роль должны играть не только запретные полосы или леса I группы, но и лесные массивы группы II. Последние играют первостепенную роль в формировании стока малых и средних рек. Они способствуют переводу талых и ливневых вод в почву и грунт в большей мере, чем существующие запретные полосы, они регулируют влажность почвы вообще, а на избыточно увлажненных площадях предотвращают и устраняют заболачивание. Это очень убедительно иллюстрируется усилением заболачивания на вырубках и в перестойных изреженных древостоях.

Другими словами, леса, равномерно расположенные на водосборных бассейнах, а не по берегам рек, оказывают наиболее эффективное воздействие на изменение водного режима почв и рек. Следовательно упорядочить распределение лесов надо на всей площади водосборного бассейна и вести в них наиболее эффективные рубки главного пользования, позволяющие полнее и лучше восстановить и улучшить леса. В лесах II группы, как и I, надо проводить выборочные и постепенные рубки, способствующие переводу поверхностного стока в грунтовый. Если же в лесах II группы возникнет надобность в организации сплошно-лесосечного хозяйства, на площадях с уклоном не более 10° можно допустить сплошные вырубки следующей ширины (в *м*):

Для обеспечения водоохранных свойств леса на водосборе . . .	Не более	450
Для обеспечения почвозащитных свойств на водосборах с нарушенными в процессе эксплуатации покровом и подстилкой . .	То же	250
В целях обеспечения наилучших климатических условий для роста ели	»	200
То же, для твердолиственных пород в южной части подзоны смешанных лесов	»	50
Для лучшего увлажнения почвы в районах с непостоянным гидротермическим режимом	»	50
Для обеспечения возобновления хвойных от стен леса	»	250
При искусственном возобновлении сосны и лиственницы в зоне тайги	»	500
То же, в лесостепи	»	50

При планировании естественного возобновления ширина вырубок должна меняться в зависимости от лесорастительных зон, а в пределах их в зависимости от лесорастительных условий и типов леса. Широкие вырубки могут быть допущены в одновозрастных вересковых и брусничных борах. Однако в районах основной эксплуатации леса — в тайге — при комплексной механизации в основном применяются концентрированные рубки.

В подзоне **южной** тайги, хвойно-широколиственных лесов и лесостепи предпочтительны выборочные и постепенные рубки. Однако постепенные рубки в сосняках редко дают удовлетвори-

тельные результаты. Они обеспечивают хорошее возобновление сосны только на боровых почвах (типы леса — брусничник, вересково-мшистый верещатник).

Д. М. Кравчинский считал лучшими по возобновлению постепенные рубки в еловых лесах. Трехприемные постепенные рубки осуществляются в течение 15—20 лет, с вырубкой в первый прием $^1/_4$ запаса, с постепенным освобождением групп елового подроста и самосева: через 7 лет — $^1/_2$ запаса и еще через 7 лет — $^1/_4$ запаса. В еловых древостоях, выросших без рубок ухода, интенсивные постепенные рубки затрудняются из-за ветровальности ели, которая тем сильнее выражена, чем выше сомкнутость и возраст древостоя. В таких древостоях в каждый прием постепенных рубок первоначально берется небольшой процент запаса (15—20). При малой интенсивности выборки повторяемость приемов учащается. В изреженных древостоях с наличием подроста ели возможны двухприемные постепенные рубки. В ельниках и сосняках-кисличниках и ельниках-черничниках постепенные рубки со ставкой на возобновление ели дают хорошие результаты.

В водоохранных лесах весьма необходимы рубки ухода. Они способствуют улучшению состава и состояния молодых древостоев, водоохранных и почвозащитных свойств леса и ускоряют наступление технической спелости. Выбор способа рубок определяется лесорастительными условиями, типами леса, составом древостоев, возрастом, структурой древостоев и экономическими условиями.

В бассейне Волги в результате концентрированной вырубки лесов произошла смена хвойных на мягколиственные породы: в Калининской области — 50%, Ярославской — 70%, Костромской — 50% и Горьковской — 40% от покрытой лесом площади. Примерно такое же состояние со сменой пород в Смоленской, Ленинградской и других областях. Естественно, необходимы рубки ухода или радикальная замена неудовлетворительных насаждений мягколиственных пород хвойными.

Рубки главного пользования осуществляют с целью повышения водоохранных и защитных свойств лесов. Они проводятся в период технической и гидрологической спелости. Очередность рубки определяется состоянием и полнотой древостоев на водосборных бассейнах.

В водоохранных лесах необходимо организовать непрерывно действующее высокопроизводительное лесное хозяйство, выполняющее водоохранные, почвозащитные и климаторегулирующие функции и удовлетворяющее потребности хозяйства в древесине. В целях обеспечения лесовосстановления нужны постепенные и различные выборочные рубки, а там, где они не дадут должного эффекта, следует практиковать сплошные рубки с обязательным искусственным возобновлением.

Ширину сплошных лесосек нужно увязывать с рельефом местности, условиями испарения и стока воды. Для сохранения постоянства водного режима рек необходимо осуществлять примыкание лесосек друг к другу после возобновления и сформирования сомкнутых молодняков на вырубке, чтобы любой лес, примыкающий к свежей вырубке, выполнял водоохранные и водопоглотительные функции не только внутри древостоев, но и на окруженной им вырубке. При таком подходе к использованию лесов на водоохранных бассейнах выполняющие водоохранные функции запретные полосы будут заменены лесными массивами, равномерно разбросанными в низовьях, в середине и в верховьях водосборов.

На запретных полосах[1] шириной 500 *м*, расположенных вдоль рек в целях предотвращения размыва берегов, необходимо также вести лесное хозяйство с проведением рубок главного пользования (постепенных и выборочных), не исключая и сплошных. На равнинах и склонах не более 4—5° вырубки должны быть узкими (100 *м* — для хвойных и 50 *м* — для дуба). Сплошные вырубки возобновляются искусственным путем в первое лето после окончания эксплуатации. В ряде случаев при проведении постепенных и выборочных рубок придется прибегать к естественному, а возможно, и к искусственному возобновлению.

В процессе лесозаготовок в водоохранных лесах не следует снижать лесистость более чем на 8% от покрытой лесом площади с расчетом, чтобы в первое десятилетие эксплуатации лесистость снизилась на 8%, а в дальнейшем чтобы непереведенные в лесопокрытую площадь лесосеки составляли не более 8% от общей площади до лесоэксплуатации.

Такую норму надо выдерживать в течение всего периода эксплуатации лесного массива, если в водосборном бассейне существовала оптимальная лесистость к началу эксплуатации. Но если к началу эксплуатации лесистость была меньше, ее необходимо увеличить до оптимальной для данного района за счет заболоченных и не пригодных для сельского хозяйства площадей. При лесистости в водосборном бассейне больше оптимальной, вырубленные на нем леса можно не восстанавливать в том случае, если вызывается потребность перевода в другой вид угодий. Лес на вырубленных площадях должен восстанавливаться за счет ценных и высокопродуктивных, в первую очередь хвойных пород.

Поскольку лесистость 500-метровых берегозащитных полос вдоль рек низкая, по договоренности с сельскохозяйственными организациями необходимо усилить облесение этих полос.

---

[1] Запретные полосы отнюдь не исключают создание лесных массивов, расположенных выше.

Хозяйство в зеленых зонах должно резко изменяться в зависимости от особенностей лесов этих зон. В наиболее посещаемой населением парковой зоне организуется лесопарковое хозяйство, в удаленной от города части должны широко применяться все лесохозяйственные работы по рубкам главного и промежуточного пользования и лесовосстановительным процессам.

В лесопарковой части назначение леса, помимо оздоровительного, санитарно-гигиенического и защитного—удовлетворять эстетические запросы населения. Поэтому здесь необходимо создавать декоративные насаждения, поляны, живописные куртины деревьев, проводить санитарные рубки.

В лесах зеленой зоны не допускается снижение технической ценности древесины. Здесь проводятся прогрессивные рубки главного пользования, т. е. постепенные, выборочные рубки ухода и санитарные.

В лесохозяйственной части зеленой зоны создаются долговечные древостои, отличающиеся высокой продуктивностью. Уход за лесом проводится в целях регулирования состава и улучшения качества насаждений, с оставлением наиболее устойчивых древесных пород и формированием полных древостоев. При замене березняков хвойными надо рекомендовать полосно-кулисный способ ухода за елью.

Возрасты рубки в лесопарковой части устанавливаются в период естественной спелости, а в лесохозяйственной — при достижении спелости гидрологической.

Рубки главного пользования в защитных полосах вдоль рек, озер и железных дорог производят узкими полосами при достижении гидрологической и защитной спелости. Лесосеки здесь закладываются вдоль полосы шириной 50 *м*. Примыкание одной полосы к другой осуществляется после того, как на прилегающей вырубке молодняк достигнет высоты, предотвращающей снегозаносимость.

Самое главное требование для водоохранных и защитных лесов — это их хорошее санитарное состояние и высокая продуктивность. Столь низкие в настоящее время запасы древесины в лесах I группы нетерпимы. Они не удовлетворяют запросов хозяйства, тем более что почвы способны обеспечить питание лесов с высокой производительностью (300—400 $м^3/га$).

В запретных полосах предусматривается организация трех хозяйственных частей: противоэрозионной, водоохранной и санитарно-декоративной. В водоохранно-защитном отношении наибольшее значение имеют лесные насаждения противоэрозионной хозяйственной части, расположенные на площадях гидрографической сети и ее забровочной части, включая большие и малые реки и временные водотоки. Здесь вследствие большой расчлененности рельефа и непосредственного взаимодействия почвы с потоками весенних и ливневых вод лес с наибольшим

напряжением выполняет защитные противоэрозионные функции, одновременно способствуя переводу поверхностного стока в грунтовый, осаждает твердый сток, не допуская заиления рек и водоемов, и предохраняет плодородные земли центральной поймы от заноса песком.

Поэтому в противоэрозионной хозяйственной части, особенно на крупных склонах речных долин, оврагов и балок и их забровочной части, а также в прирусловой части поймы, следует стремиться к созданию наиболее густых и глубоко укореняющихся разновозрастных древостоев с густым подлеском и возможно более мощной подстилкой. Для этого, если позволяют условия, необходимо отдавать предпочтение выборочным рубкам ухода, ориентироваться на минимальную их интенсивность и более частую повторяемость. В целях замены порослевых и малопроизводительных дубовых насаждений и больных вязовых древостоев в центральной пойме нужны сплошные рубки с последующим возобновлением культурой дуба.

Насаждения водоохранной хозяйственной части до границы запретной полосы имеют водорегулирующее и водоохранное значение, которое существенно не отличается от такого же значения лесов, расположенных за пределами запретных полос на водоразделах и пологих приводораздельных склонах. Это значение лесов заключается в основном в регулировании снеготаяния и в переводе поверхностного стока в грунтовый на местных водоразделах и пологих склонах водосбора. Указанные функции леса наиболее эффективны при интенсивном ведении хозяйства и перемежающихся покрытых и не покрытых лесом площадях. Поэтому на этой территории могут найти применение регламентированные сплошные рубки наряду с выборочными и постепенными при условии восстановления леса в кратчайшее время.

Санитарно-декоративная хозяйственная часть может формироваться из участков, расположенных как на площадях гидрографической сети, так и за ее пределами. Она признана служить местом отдыха и удовлетворять эстетические потребности людей, сохраняя живописные ландшафты на судоходных реках, автомобильных дорогах и других пунктах. Здесь допустимы лишь санитарные рубки.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ НА СОЗДАНИЕ ЗАЩИТНЫХ И ВОДОПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ ПОЛОС

Подсчеты показывают, что на каждую тысячу израсходованных на лесозащитные мероприятия средств сельское хозяйство получает дополнительной продукции в колхозах: 1900—2100 рублей, в совхозах 900—1000 рублей. Таким образом, полосы, созданные за счет капитальных вложений, следует считать основным производственным фондом любого хозяйства.

Облесение неудобных площадей целесообразно относить к особым оборотным средствам лесохозяйственного производства, так как здесь основным результатом хозяйственной деятельности является древесина, выращенная на непригодных для сельского хозяйства площадях.

Целесообразность выращивания лесов на неудобных землях степной и лесостепной зон определяется дефицитностью древесины и сокращением дальних перевозок ее из северных и восточных районов нашей страны: здесь в сравнительно короткие сроки можно получить высокие запасы древесины. Например, в Арчадинских песках сосна в 45 лет дает около 160 $м^3/га$, а в спелых 60—70-летних насаждениях свыше 300 $м^3/га$.

Создание лесов на непригодных для сельского хозяйства землях предотвращает ветровую и водную эрозию почв.

Защитные лесонасаждения, созданные на сельскохозяйственных землях, отличаются высокой эффективностью. В течение первых 4—5 лет они полностью окупают капитальные вложения.

В этой связи целесообразно переносить стоимость основных средств производства от защитных насаждений на дополнительную продукцию путем амортизационных отчислений. Этим путем можно возместить стоимость основных фондов и обеспечить накопление денежных средств для ремонта или восстановления лесных полос.

Определение норм амортизационных отчислений для полезащитных водорегулирующих и противоэрозионных лесных полос А. А. Сенкевич (1963) рекомендует рассчитывать по такой сокращенной формуле

$$На = \frac{100}{Ап},$$

где На — норма амортизации на полное возобновление;
Ап — амортизационный период, т. е. экономически целесообразный срок службы.

По данным А. А. Сенкевича (1963), базисные показатели дифференцированных норм амортизации для агролесомелиоративных насаждений приводятся в табл. 50.

Нормы амортизации на ремонт многолетних растений определяются в процентах от их восстановительной стоимости по формуле:

$$Нрм = \frac{Р}{В_{ср} \times Ап} \times 100,$$

где Р — расходы на дополнение и реконструкцию насаждения;
$В_{ср}$ — средняя восстановительная стоимость конкретного объекта.

Сотрудник Агролеспроекта Е. И. Шнееров определял эффективность 1 *га* лесной полосы. Для этого он принял прибавку урожая с полей, защищаемых полосой, в размере 2,24 *ц* зерновых с 1 *га*. Изменение высоты насаждений с возрастом было принято по III бонитету таблиц хода роста. Площадь положительного влияния лесных полос на урожай принята из расчета 30-кратной высоты лесной полосы шириной 14 *м* и длиной 750 *м*.

Таблица 50

Нормы амортизации насаждений в различных зонах

Группировка лесонасаждений	Срок службы (гарантированное долголетие насаждений)	Восстановительная стоимость, руб.	Затраты на прочистки, реконструкционные мероприятия, руб.	Норма амортизационных отчислений		
				на восстановление	на ремонт	суммарная на 1 *га* насаждений, руб.
Лесостепная и степная зоны						
Деградированный чернозем						
Насаждения с дубом в качестве главной породы	100	180	50	1,0	0,3	2—30
Хвойные насаждения (сосна, лиственница)	80	140	40	1,25	0,4	1—90
Насаждения из березы, липы, вяза, ясеня	80	150	70	1,25	0,6	2—80
Насаждения из клена ясенелистного, тополя	50	120	80	2,00	1,3	4—00
Сухая степь						
Южные черноземы и каштановые почвы						
Насаждения с дубом в качестве главной породы . .	80	220	70	1,25	0,4	3—60
Насаждения из гледичии, белой акации, вяза мелколистного	50	170	90	2,00	1,1	5—25

Из табл. 51 видно, что к 11-летнему возрасту насаждений прибавки урожая полностью перекрывают возможный недобор, связанный с изъятием площади под лесонасаждения, а к 12-летнему годовая прибавка урожая превышает 15 *ц* на каждый гектар полезащитных полос.

Лесные полосы являются и источником получения древесины. К 50-летнему возрасту с них можно получить 46 $м^3$ деловой древесины, 64 $м^3$ дров, 27 $м^3$ хвороста и хмыза.

Создание балочных и водопоглотительных насаждений ликвидирует смыв почвы. Лесоразведение на песках позволяет выращивать корма, бахчевые культуры и лесосады.

Таблица 51

Расчет экономической эффективности 1 *га* полезащитной полосы в результате увеличения урожайности зерновых культур

(по Е. М. Шнеерову, Агролеспроект)

Показатель	Возраст полосы, лет												
	1	3	5	7	8	10	11	12	15	20	25	30	40
Ожидаемая высота полосы . . .	—	1,3	2,2	3,1	3,5	4,3	4,8	5,3	6,5	8,5	11,0	13,4	16,0
Площадь поля, находящаяся под влиянием 1 *га* полосы длиной 715 *м*, *га*	—	2,8	4,7	6,6	7,5	9,2	10,3	11,4	13,9	18,2	23,6	28,7	34,0
Общая прибавка урожая, приходящаяся на 1 *га* полосы, *ц*	—	6,2	10,3	14,5	16,5	20,2	22,7	25,1	30,6	40,0	51,9	63,1	74,8
То же, нарастающим итогом, *ц*	—	19,0	29,3	56,6	73,1	111,8	134,5	159,6	245,8	430	663	46	1630
Потери урожая на 1 *га* полосы нарастающим итогом, *ц* . . .	30	50	70	90	100	120	130	140	170	220	270	3,20	420
Чистая прибавка урожая на 1 *га* полосы нарастающим итогом, *ц*	—	—	—	—	—	—	4,5	19,6	75,8	210	393	625	1200
Чистый доход от реализации дополнительного урожая нарастающим итогом, *руб.*	—	45	125	242	315	480	580	690	1060	1860	2870	4100	7060
Недополученный чистый доход с площади, изъятой под полосу, *руб.*	±	100	140	180	200	240	260	280	340	440	540	640	840
Повышение размера чистого дохода от реализации дополнительного урожая, *руб.*	—	55	—15	65	115	240	320	410	720	1420	2330	3460	6220

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные материалы позволяют сказать, что разработка вопросов оптимальной лесистости Центрально-Черноземного района в интересах народного хозяйства связана, главным образом, с устранением эрозии почвы, предотвращением или ослаблением вредных влияний засух и суховеев. В конечном результате установление оптимальной лесистости должно способствовать повышению плодородия сельскохозяйственных земель и производительности других угодий.

Конкретное решение перечисленных задач должно осуществляться комплексно, с использованием всевозможных агротехнических, агролесомелиоративных и гидротехнических мероприятий. Размеры их должны определяться специально разработанными проектами, основанными на почвенно-эрозионных, агрохозяйственных и других обследованиях территорий.

Поскольку степень смытости почв существенно влияет на гидрологический процесс и оказывается действенным фактором, определяющим дальнейшее разрушение почвы и снижение ее плодородия, при обследовании площадей следует прежде всего выделять земли различной степени смытости и в первую очередь средней и сильной, так как они отличаются плохими водно-физическими и агрохимическими свойствами. Эти почвы сильно испещрены водороинами, расчленены ложбинами и характеризуются низким плодородием. Именно на них и надо прежде всего создавать лесные насаждения.

Большие земельные площади со средне- и сильносмытыми почвами должны быть использованы для почвозащитных севооборотов и защищены водопоглотительными и снегораспределительными лесными полосами. Небольшие площади со средне- и сильносмытыми почвами отводятся целиком под облесение, в крайнем случае — под залужение. Таким же образом нужно использовать земли со средне- и сильносмытыми почвами залежей и эродированных к моменту составления проектов балок.

Овраги, балки и приовражные земли не пригодны для сельского хозяйства и дожны быть переданы лесному хозяйству для залесения и выращивания плодово-ягодных и орехоплодовых плантаций. Таких оврагов и балок в Центрально-Черноземном экономическом районе, как известно, не менее 7,8%.

В Центрально-Черноземном районе насчитывается около 3 млн. *га* площадей, требующих специального мелиоративного воздействия. Это в основном средне- и сильносмытые почвы, эродированные залежи, овраги и балки. На этих землях требуется выделить из общего севооборота территорию со смытыми почвами и осуществить противоэрозионные мероприятия по обвалованию, залужению и облесению склонов, оврагов и балок.

Следует иметь в виду, что изучаемый район не отличается однородностью почвенного покрова. Он разделяется на пять естественноисторических районов, требующих разных подходов к борьбе с эрозией и засухой.

В первый из них входят серые лесные, дерново-подзолистые и оподзоленные почвы, приуроченные к западной части Орловской и Курской областей. Эти почвы бедны органическими веществами (содержание гумуса в пределах 1—6%). Район обеспечен влагой: здесь выпадает 555 *мм* осадков, из которых за холодный период поступает 166 *мм*. Протяженность овражной сети колеблется от 0,5 до 1,0 *км* на 1 *км*^{2} площади. Склоны нередко ориентированы в 2—3 направлениях. Овраги и балки занимают от 10 до 20%, а иногда до 50% территории.

В районе выщелоченных черноземов, приуроченных к восточной части Курской, Орловской областей и северо-западной части Липецкой области, при выпадении 535 *мм* осадков в год и 160 *мм* в холодный период, овраги и балки занимают 10—25% площади. Смытые почвы наблюдаются на 10—15% территории. Длина оврагов колеблется от 0,1 до 0,6 *км* на 1 *км*^{2} площади. В зоне выщелоченных черноземов необходимо закрепление оврагов, облесение и залужение балок и ложбин, создание лесов на несмытых балках, а также защита дорог лесными полосами. Дополнительно к овражно-балочным насаждениям необходимо в первую очередь создать водопоглотительные и снегораспределительные полосы на границе между площадями с несмытыми и смытыми почвами. Песчаные почвы также облесяются в первую очередь.

Районы с выщелоченными черноземами и пятнами типичных и мощных черноземов и темно-серых лесных почв приурочены к северной части Тамбовской равнины (490 *мм* осадков). Здесь на пологих слабо изрезанных балочной сетью склонах с сильносмытыми почвами на 10% площади необходимо закрепление оврагов.

При слабом расчленении площади, изменяющемся в пределах 0,1—0,5 *км* на 1 *км*^{2}, лесистость должна повышаться за счет земель, непригодных для сельского хозяйства, а также за счет балок и оврагов. В балках целесообразно развитие прудового хозяйства с обсадкой берегов древесными породами.

В зоне типичных мощных, среднемощных и выщелоченных черноземов, расположенных на значительной части Белгородской, восточной части Курской, западной части Воронежской, восточной части Липецкой и частично Тамбовской областей, характеризующейся осадками 480—490 *мм*, в первую очередь необходимо облесение и залужение балок, крутых склонов и песчаных почв.

На слабосмытых почвах сажать нужно ореховоплодные породы; на средне- и сильносмытых — лесные, так как первые

растут здесь плохо и дают малый урожай. Защита дорог и создание противоэрозионных насаждений осуществляется также в первую очередь.

В зоне обыкновенных черноземов с количеством осадков 475 *мм* необходимо закрепление и облесение оврагов и берегов рек, создание полезащитных и водопоглотительных полос, освоение под лес песков и песчаных почв и образование лесных массивов хозяйственного значения.

Слабоэродированные балки целесообразно оставить под залужение, а также под плодовые сады. Балки и балочные ответвления, размытые донными оврагами, рекомендуется использовать под лесные насаждения в сочетании с мерами по укреплению оврагов. Залесенные балки надо обязательно оставлять под лесом.

Приовражные полосы размещаются вдоль оврага и продолжаются выше его растущей вершины на 50 *м*. Вокруг береговых оврагов лесные полосы создаются лишь там, где овраги заходят за бровку балки и простираются в сторону поля. Если береговой овраг, один или несколько, размывают только крутой берег балки, такие берега лучше облесить сплошь.

Размещение лесов без учета природных и эрозионных условий недопустимо. Подбор древесных пород для лесоразведения согласуется с отношением древесных пород к смытости почвы. Плохо переносят смытие почвы дуб и ясень; лиственница, береза, сосна и липа растут на них успешно.

Перечисленный объем работ входит в понимание минимальной лесистости, которая в среднем для Центрально-Черноземного района должна составлять 8—12%.

За последнее время в печати, да и в отдельных выступлениях многих научных работников совершенно произвольно, без соответствующих исследований, называются проценты оптимальной лесистости. Само собой разумеется, что такие, не подтвержденные конкретными исследованиями предложения не могут быть положены в основу каких-либо расчетов и мероприятий.

Можно уверенно сказать, что оптимальная лесистость любой территории, Центрально-Черноземного района в частности, не остается одинаковой. В пределах области она меняется в зависимости как от естественноисторических, так и от экономических условий различных микрорайонов.

Обзор рассмотренного вопроса позволяет сказать, что лес — это экономический объект. Наряду с этим он часть географической среды, с которой тесно связано существование и развитие многочисленных отраслей народного хозяйства. В силу этого необходимо систематически обогащать леса для создания подлинной исторически устойчивой материально-технической базы коммунизма. Задача нашего поколения оставить леса, земли и воды улучшенными и обогащенными.

Районирование территории СССР по факторам эрозии
(по Сильвестрову и др., 1965)

Природная зона и округ	Обозначение по карте	Морфометрическая характеристика округов		
		абсолютные высоты, *м*	глубина местных базисов эрозии, *м*	густота горизонтального расчленения, *км/км²*
I. Переувлажненная, холодная				
Равнинный	**I—Р-етс**			
Побережье Белого моря		50—60	30—50	0,5—0,8
Сев.-зап. часть:				
Карельской АССР и Кольского полуострова			100—200	1,5—2,2
Большеземельская тундра			Нет данных	
Горные Хибины	**I-Г-Хб**		100—300	1,8—3,0
Горный Полярный Урал	**I-Г-II-Ур**		Нет данных	
II. Постоянно-избыточного увлажнения умеренно холодная				
Ладожско-Вычегодский	**II-Р-1а**			
Низменности		50—150	25—35	0,5—0,9
Южная Карелия		175—250	35—50	1,1—1,5
Кряж Ветренный пояс		250—300	140—180	1,2—1,6
Возвышенности бассейна				
Онеги и Сев. Двины		175—200	50—110	1,1—1,9
Северные Увалы		200	60—80	1,1—1,9
Тиманский кряж:				
западный склон		200—220	80—100	1,4—2,0
восточный склон				1,0—1,3
Северо-Уральский	**II-Г-1а**			
Нижне-гористый			450—600 700—900	1,0—1,5
III. Достаточно периодически избыточного увлажнения				
Прибалтийский	**III-Р-2а**			
Орфвикское плато		120—150	15—45	0,4—0,6
Возвышенности		150—310	75—100	1,0—1,6
Карельский кряж		100—150	50—80	1,0—1,8
Верхне-Волжский	**III-Р-3а**			
Низменности		50—150	8—20	0,2—0,5
Смоленско-Московская возвышенность		200—220	50—80	1,1—1,4
Валдайская возвышенность		220—250	100—150	1,6
Полесско-Деснинский	**III-Р-4а**			
Полесская равнина		100—150	5—25	0,3—0,7

(Продолжение приложения)

Природная зона и округ	Обозначение по карте	Морфометрическая характеристика округов		
		абсолютные высоты, *м*	глубина местных базисов эрозии, *м*	густота горизонтального расчленения, *км/км²*
Придесненская возвышенность		175—200	60—80	1,5—2,1
Белорусская гряда		200—250	70—75	1,0—1,5
Западные склоны Средне-Русской возвышенности		200—250	85—100	2,2—2,9
Овручский кряж		250—270	Ок. 100	До 3,7
Вятско-Камский	**III-Р-4в**			
Западная часть		175—200	100—120	1,6—1,8
Восточная часть		200—250	До 180	До 2,4
Пониженные места			60—80	0,7—0,9
Средне-Уральский	**III-Р-4а**	200—220	20—150	1,4—2,0
Эрозионная равнина вост. части округа (Вятский увал)		220—250	60—90	1,8—2,0
Верхне-Камские возвышенности		250—350	110—150	1,3—2,2
Возвышенности Средней Камы				
Подмосковный	**III-Р-4б**			
Мещерская и Балахнинская равнины		110—140	70—80	0,7—1,0
Окско-Цнинская равнина		150—160	35—50	0,9—1,4
Москворецко-Окская равнина		200—220	70—50	1,6
Смоленско-Московская возвышенность:				
северные склоны		200—250	100—130	1,6—1,8
южные склоны			70—90	1,3—2,0
Ставропольская возвышенность:				
овражная часть		200—300	85—100	0,5—0,6
юго-западная высокая часть		400—600	270—310	1,2—1,4
Западно-Украинский	**III-Р-6а**			
Западно-Бугское Полесье		200—220	30—50	1,5
Котловины Прикарпатья		220—250	До 90	До 1,0
Приднестровье		250—300	110—170	1,4—1,8
Волынская возвышенность		200—250	До 100	1,5—2,0
Прикарпатская возвышенность		300—400	150—200	1,4—2,1
Подольская возвышенность				
Северо-Западный кряж		350—400	100—160	До 2,7

(Продолжение приложения)

Природная зона и округ	Обозначение по карте	Морфометрическая характеристика округов		
		абсолютные высоты, *м*	глубина местных базисов эрозии, *м*	густота горизонтального расчленения, *км/км²*
Галичско-Верхнекамский	**III-Р-3б**			
Низменности		75—100	30—40	0,4—0,8
Моренная равнина западной части округа		170—200	70—90	1,2—1,8
IV Неустойчиво-периодически недостаточного увлажнения, умеренно теплая				
Окско-Волжский лесостепной				
Окско-Донская равнина, Северная часть	**IV-Р-4а**		30—50	0,7—1,2
Центральная и западная части			70—100	1,2—1,7
Северная часть Средне-Русской возвышенности			90—120	1,4—2,0
Северная часть Приволжской возвышенности, правобережья Оки, Волги и бассейн Суры			130—170	1,7—2,4
Камско-Уфимский	**IV-Р-4б**			
Западная		175—200	110—180	1,8—2,3
Центральная		300—350		
Восточная		200—250		
Уфимское плато		350—400	220—260	До 2,9
Южно-Уральский	**IV-Г-4а**			
Северная			450—750	2,35
Южная			250—400	До 4,5
Украинская правобережная	**IV-Р-7а**			
Украинский правобережный		100	100—150	1,4—1,7
Степной		125	до 70—80	до 1,0
Донбасский	**IV-Р-7б**			
Приазовский возвышенный		200—250	100—120 до 70	1,2—1,5
Правобережье Сев. Донца и расчлененные районы Донецкого кряжа			180—220	2,2—2,5
Донецко-Хоперский	**IV-Р-7в**			
Южная часть Окско-Донской равнины		125—150	35—50	0,5—1,2
Юго-восточная часть Средне-Русской возвышенности и Калачская возвышенность		200—220	100—120	1,4—1,6
Средняя часть Приволжской возвышенности:				
западная часть		200—230	70—100	0,9—1,4
восточная часть		250—280	170—260	1,7—2,4
Самаро-Деминский	**IV-Р-7г**			
Западная		150—200	110—160	1,6—2,0

(Продолжение приложения)

Природная зона и округ	Обозначение по карте	Морфометрическая характеристика округов		
		абсолютные высоты, *м*	глубина местных базисов эрозии, *м*	густота горизонтального расчленения, *км/км²*
Центральная		200—250	до 190	1,6—2,0
Восточная		300—350		
Украинский Правобережный лесостепной	**IV-Р-6а**			
Припрутская левобережная равнина		—	120—140	
Междуречье Прута и Днестра		—	50—70	1,3—1,7
Приднестровье		—	150—260	
Бассейн Южного Буга		—	100—120	1,0—1,5
Центральная часть Приднепровской возвышенности		—	35—50	0,8—1,0
Правобережье Днепра		До 4,2 в районе Канева	100—120	1,3—1,5
Днепровско-Донской лесостепной	**IV-Р-6б**			
Юго-западные отроги Средне-Русской возвышенности		75—175	40—55	0,5—0,9
Район Днепровско-Окского водораздела		—	60—80	0,6—0,8
Центральная часть Окско-Донской равнины		150—175	30—50	1,0
Центральная часть Средне-Русской возвышенности		220—260	100—125	1,2—2,2
Кубанско-Ставропольский	**IV-Р-6в**			
Азово-Кубанская равнина				
западная часть		20—25	10—15	0,2—0,4
восточная часть		100—150	30—50	0,6—1,0
Прикубанская наклонная равнинно-предгорная часть		300—350	90—280	0,9—1,7
Кодринский	**IV-Р-12а**			
Западная часть		300—350	200—280	1,5
Восточная часть		150—200	100—150	
V. Недостаточного увлажнения (засушливая) умеренно жаркая				
Азово-Черноморский	**V-Р-8а**			
Причерноморская низменность:				
приморская часть		15—30	до 25	0,2—0,5
северная часть		50—75	40—60	0,7—0,9
Керченский полуостров		50—100	50—80	до 1,6
Тарханкутское плато		75—100	60—100	1,4—1,6

(Продолжение приложения)

Природная зона и округ	Обозначение по карте	Морфометрическая характеристика округов		
		абсолютные высоты, *м*	глубина местных базисов эрозии, *м*	густота горизонтального расчленения, *км/км²*
Волго-Донской	V-Р-8б			
К югу от Нижнего Дона и Западнее Маныча		100	50—70	0,4—0,6
Юго-восточная часть Средне-Русской возвышенности		150—200	70—150	1,1—1,9
Южная часть Приволжской возвышенности:				
волжский склон		125—250	130—230	2,0
донской склон			80—110	1,5
Заволжский Сыртовой	V-Р-8в			
Нижнее Заволжье		100—150	35—75	0,7—1,1
Общий Сырт и западная часть Подуральского плато		200—250	90—140	1,2—1,5
Восточная часть Подуральского плато и мелкосопочник		350—450	120—140	1,5—2,0 До 4,1
Манычско-Ергенинский	V-Р-9а			
Ергенинское плато:				
западная и северо-западная части		150—160	60—80	0,6—0,8
восточные и южные склоны		200—210	100—180	1,5—1,8
Ставропольская возвышенность		200—300	80—100	0,4—1,1
Прикаспийский сухостепной	V-Р-9б	Нет данных		
VI. Сухая, жаркая				
Прикаспийский пустынный	VI-Р-10а			
Восточная часть		175—250	60—80	1,0
Южная часть Мугоджар		400—450	280	3,0—3,7
VII. Влажная, теплая, жаркая				
Закарпатский равнинный	VII-Р-11а	100—120	4—6	Нет данных
Закарпатский горный	VII-Г-11а			
Хр. Горганы		1400—1600	700—1100	2,4
Хр. Полонинский		1300—1700	700—1200	2,0—3,0
Хр. Вигорлам-Гуминский		80—100	500—650	2,6—3,4

ЛИТЕРАТУРА

Александров Н. П. Предисловие.— В сб. «Полезащитное лесоразведение». М., Сельхозгиз, 1955.

Анерихин Н. Г. Почвенно-климатические районы центрально-черноземной полосы.— В кн. «Почвенное районирование СССР». М., Изд-во АН СССР, 1960.

Алифанова Т. И. Влияние полезащитных полос на водный режим почвы.— Лес и степь, 1959, № 6.

Арманд Д. Л. Развитие эрозионных процессов на Приволжской возвышенности.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней». М., Сельхозгиз, 1956.

Арманд Д. Л. Физико-географическая характеристика Новосильского и Острогожского ключевых участков.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и методы ее изучения». М., Сельхозгиз, 1958.

Бендер М. Влияние защитных лесных полос на урожай культур.— В сб. «Уход за лесом и лесные полосы». М., ИЛ, 1957.

Бессонов А. И. Попытка изучения изменений почвы под старой искусственной лесной посадкой.— «Сборник работ Поволжской ЛОС», вып. 3. Куйбышев, 1940.

Бодров В. А. Лесная мелиорация. М., Сельхозгиз, 1955.

Бойко А. С. Состав органического вещества под полезащитными полосами.— В сб. «Полезащитное лесоразведение». М., Сельхозгиз, 1955.

Бойко А. С. Влияние лесных полос на почву межполосного пространства.— В сб. «Полезащитное лесоразведение». М., Сельхозгиз, 1958.

Бочков А. П. Влияние леса и агролесомелиоративных мероприятий на водность рек лесостепной зоны Европейской части СССР. Л., Гидрометиздат, 1954.

Брауде И. Д. Эрозия почв, засуха и борьба с ними в ЦЧО. М., Изд-во «Наука», 1965.

Бурнацкий Д. П., Винокурова Н. К. и др. Роль лесных полос в изменении климата.— В сб. «Полезащитное лесоразведение». М., Сельхозгиз, 1952.

Вехов Н. К. Преобразующее влияние насаждений древесных пород на почву в лесостепи.— Лес и степь, 1949, № 1.

Высоцкий Г. Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. М., Сельхозгиз, 1938.

Высоцкий Г. Н. Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания и на окружающее пространство. М., Сельхозгиз, 1950.

Гаврилов К. А. Влияние различных культур на почву.— Лесное хозяйство, 1950, № 3.

Гаврилов Н. Г., Ососков П. А. Растительный и животный мир.— В сб. «Россия», т. 6, СПб., 1901.
Геммерлинг В. В. О метаморфозе почвенных образований. Дневник 12 съезда Русских естествоиспытателей и врачей в 1910 г. СПб., 1910.
Горшенин К. П. Влияние лесных посадок на химико-морфологическое строение чернозема.— Почвоведение, 1924, № 3/4.
Горшенин Н. М. Полезащитные лесные полосы.— В сб. «Итоги н.-и. работ в области агролесомелиорации за вторую пятилетку». М., 1938а.
Горшенин Н. М. Полезащитные лесные полосы.— Труды ВНИИЛМ, 1938б, вып. XI.
Грин А. А., Савельева Т. А. и Черников Е. П. Экспериментальные исследования водного баланса на Курском стационаре. М., Географгиз, 1965.
Гужевая А. Ф. Овраги Средне-Русской возвышенности.— Труды Ин-та географии, т. 42. Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР, вып. 1, Изд-во АН СССР, 1948.
Денисов А. К. Защитно-водоохранная роль прирусловых лесов и принципы хозяйства в них.— М.— Л., Гослесбумиздат, 1963.
Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. СПб., 1901.
Долгополов К. В. Центрально-Черноземные районы. М., Изд-во АН СССР, 1961.
Дубянский В. А. Пески среднего Дона. М., Сельхозгиз, 1949.
Дьяков В. Н. Изучение стока талых вод и разработка мероприятий по борьбе с эрозией почв в центральной лесостепи. Изд. МЛТИ, 1964.
Жуланов Г. Ф. Влияние лесных полос на повышение урожайности при бесснежной зиме в Ростовской области.— Лесное хозяйство, 1959, № 12.
Жучкова В. К. Природа Воронежской области. Воронежское обл. изд-во, 1949.
Защитное лесоразведение (материалы конференции 1960 г.), Волгоград, 1962.
Звонков В. В. Водная и ветровая эрозия земли. М., Изд-во АН СССР, 1962.
Землеустройство колхозов лесостепи. М., Сельхозгиз, 1949.
Земляницкий Л. Т. и Козлов В. П. Влияние древесных посадок на некоторые химические и физические свойства каштановых почв.— Докл. ВАСХНИЛ, 1937, вып. 2—5.
Земляницкий Л. Т. Взаимосвязь леса и почвы в степи и лесостепи. М., Гослесбумиздат, 1954.
Зонн С. В. Почвенная влага и лесные насаждения. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Зонн С. В. и Мина В. Н. Лесорастительные свойства почв и взаимодействие лесных насаждений с почвами при степном лесоразведении.— В сб. «Научные вопросы полезащитного лесоразведения». М., Изд-во АН СССР, 1951.
Зонн С. В. и Кузьмина Е. А. Влияние хвойных и лиственных пород на физические свойства и водный режим выщелоченных черноземов.— Труды Лаб. лесовед., т. I, 1960.
Идзон П. Ф. Некоторые новые данные о гидрологической роли леса.— Докл. АН СССР, 1961, т. 137, № 4.
Иорданников А. И. Влагообеспеченность и рост защитных дубовых насаждений Приазовской степи. М., 1958.
Карузин Б. В. Лесные полезащитные полосы и урожай. М., Сельхозгиз, 1939.
Козменко А. С. Борьба с эрозией почв. М., Сельхозгиз, 1954.
Коржинский С. И. Предварительный отчет о почвенных и геоботанических исследованиях.— Труды Об-ва естествоиспыт. при Казанск. ун-те, т. XVI, вып. 6, 1887.
Крылов П. Н. К вопросу о колебании границы между лесной и степной областями.— Труды Ботанического музея АН СССР, т. XIV, 1915.

Лидов В. П. и Сетунская Л. Е. Эрозионное районирование центральной части Приволжской возвышенности.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и методы ее изучения». М., Сельхозгиз, 1958.
Лидов В. П., Николаевская Е. М. Районирование Средне-Русской возвышенности по современным рельефообразующим процессам.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней». М., Сельхозгиз, 1956.
Лосицкий К. Б. К вопросу о оптимальной лесистости.— Лесное хозяйство, 1961, № 11.
Лялин Н. Природа Тульской области. Тула, 1954.
Львович М. И. Человек и воды. М., Географгиз, 1963.
Львович М. И., Басс С. В., Грин А. М., Дгейер Н. Н. и Куприянова Е. И. Водный баланс СССР и перспективы его образования.— Изв. АН СССР, серия геогр., 1961, № 6.
Макарычев Н. Т. Защитные лесные полосы на железных дорогах.— В сб. «Лесные защитные насаждения». М., Сельхозгиз, 1963.
Матякин Г. И. Защитные лесные полосы на железных дорогах. М., Сельхозгиз, 1963.
Мильков Ф. Н. Природа Центрально-Черноземных областей и ее преобразование.— В сб. «Вопросы географии Центрально-Черноземной области». М., 1953.
Мильков Ф. Н. Итоги первого этапа работы по физико-географическому районированию.— В сб. «Природное и сельскохозяйственное районирование СССР», т. 55, 1960.
Миронова Е. А. Опыт морфометрической характеристики эрозионного рельефа.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия». М., Сельхозгиз, 1958.
Молчанов А. А. Водоохранно-защитное значение лесов.— В сб. «Достижения науки в лесном хозяйстве за 40 лет». М., Гослесбумиздат, 1957.
Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., Изд-во АН СССР, 1960.
Молчанов А. А. Гидрологическая роль полезащитных полос и методика их изучения. М., Изд-во АН СССР, 1962.
Молчанов А. А. Об оптимальной лесистости Центрально-Черноземного экономического района.— Лесное хозяйство, 1962, № 2.
Надеждина Б. В. О влиянии лесных насаждений на черноземы.— Вестник ЛГУ, 1949, № 4.
Надеждина М. В. Изучение травяного покрова в некоторых районах правобережья среднего Дона.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней». М., Сельхозгиз, 1956.
Несмеянова Г. Я., Ковальская Н. Я. Итоги экономико-географических исследований в эродированных районах. М., 1956.
Онуфриенко Л. Т. Влияние леса на среднегодовой сток малых рек.— Труды Укр. НИТИ, вып. 4. Л., Гидрометслужба, 1955.
Павловский Е. С. Характеристика насаждений Каменной степи.— В сб. «Полезащитное лесоразведение». М., Сельхозгиз, 1955.
Петров Р. С. О происхождении и гидрологической роли оврагов в Присурских лесах.— Изв. Каз. фил. АН СССР, 1964.
Погребняк П. С. Про вік деградації чорноземлі під лісом.— Украiинскii лiсовид, 1929, № 5.
Принципы отбора и экономическое обоснование выделения лесов первой группы Европейской части СССР. Агролеспроект. М., 1963.
Природа Тамбовской области. Отделение Геогр. об-ва. Тамбов, 1955.
Проскуряков Ф. В. Зеленые зоны вокруг городов. М., Сельхозгиз, 1963.
Прохоров Н. И. Орогеологический и почвенный генезис Теллермановской рощи.— Труды Опытных лесничеств, вып. 4. СПб., 1906.
Ратников А. И. Геоморфологические и агропочвенный районы Тульской обл.— В сб. «Почвенное районирование СССР». М., 1960.
Рахманов В. В. Влияние леса на речной сток.— Лес и степь, 1951, № 9.
Ревера О. З. Сток малых водотоков (по материалам наблюдений Бугуславской стоковой станции), 1965.

Роде А. А. О возможной роли растительности в почвообразовании.— Почвоведение, 1944, № 4—5.
Родников Н. В. О водном режиме подзолистых почв под лесом и лугом в связи с водоохранными свойствами леса. М., 1940.
Рубцов В. И. Культуры сосны в лесостепи Центрально-Черноземных областей. Автореф. докт. дисс. 1963.
Санталов И. А. Влияние рельефа на эрозию почв в условиях правобережья Дона и меры борьбы с нею.— В сб. «Охрана природы Центрально-Черноземной полосы». Изд-во Воронежского университета, 1964.
Сенкевич А. А. Экономика защитного лесоразведения.— В сб. «Лесные защитные насаждения». М., Сельхозгиз, 1963.
Сенкевич А. А. Экономика эффективного полезащитного лесоразведения. М., Изд-во «Колос», 1964.
Сильвестров С. И., Е. И. Лисиген, Е. А. Миронова и Н. М. Ступина. Районирование территории СССР по основным факторам эрозии. М., Изд-во «Наука», 1965.
Смольянинов Н. И. Изменение лесорастительных свойств черноземов Приазовья под влиянием различных древесных пород и их сочетаний в массивных лесных насаждениях. Автореф. канд. дисс. М., 1954.
Соколовский Д. Л. Речной сток. Л., 1952.
Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними, т. II. М., Изд-во АН СССР, 1960.
Срибный К. Ф. Гидравлические и гидрологические расчеты противоэрозионных систем.— В сб. «Защитная зона Днепра». Изд-во УАСХИ, 1962.
Спиридонов А. И. Основные черты рельефа черноземного центра.— Вопросы геогр., 1963.
Сурмач Г. П. Почвенно-эрозионные исследования на Средне-Русской возвышенности.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней». М., Сельхозгиз, 1956.
Сурмач Г. П. Борьба с эрозией в степных и лесостепных районах Европейской части СССР.— В сб. «Закрепление и облесение оврагов и балок». М., Сельхозгиз, 1961.
Сухарев И. П. Водорегулирующая роль лесных полос Каменной степи.— В сб. «Полезащитное лесоразведение». М., Сельхозгиз, 1958.
Ткаченко Г. Б. Естественный травяной покров и эрозионные процессы.— В сб. «Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней». М., Сельхозгиз, 1956.
Ткаченко М. Е. О роли леса в почвообразовании.— Изв. Лесного ин-та, вып. XVIII, 1908.
Тумин Г. М. Влияние лесных полос на почву Каменной степи. Воронеж, 1930.
Тутыхин Б. А. Социалистическая реконструкция и размещение сельского хозяйства Центрально-Черноземных областей до и после Отечественной войны.— Вопросы геогр., сб. 32, 1953.
Харитонов Г. А. Водорегулирующая и противоэрозионная роль леса в условиях лесостепей. М., Гослесбумиздат, 1950.
Харитонов Г. А. Агролесомелиорация Средне-Русской возвышенности. Воронеж, 1959.
Цыганенко А. Ф. Опыт изучения изменений в химизме чернозема под влиянием искусственных лесных посадок и зависимости этих изменений от состава насаждений.— Уч. зап. ЛГУ. Серия геолого-почвенная, вып. 13, 1947.
Яковлев С. А. Почвы и грунты по линии Армавир-Туапсинской ж. д. СПб., 1914.
Ford E. World Crops. 1957.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Значение леса в народном хозяйстве 4
Определение оптимальной лесистости 5
Современное состояние лесистости ЦЧР 7
Общая характеристика ЦЧР 10
Водные ресурсы района и обеспеченность водой различных отраслей хозяйства 10
Эрозионные процессы и производительность почв 20
Выпас скота и эрозионные процессы 25
Ветровая эрозия почв 28
Влияние леса на окружающую его территорию 30
Изменение водно-физических и химических свойств почвы под лесными полосами и прилегающими полями 32
Влажность почвы 40
Урожай сельскохозяйственных культур под защитой лесных полос 43
Особенности стока воды с малых водосборов в связи с различной облесенностью 46
Особенности стока рек в связи с облесенностью средних и крупных водосборов 62
Вынос почвы и минеральных веществ в процессе стока воды в реки 66
Оптимальная ширина водопоглотительных полос 69
Ширина климаторегулирующих, почвозащитных и водорегулирующих лесных полос 79
Испарение влаги лесом и полем 80
Освоение песков и песчаных земель 85
Берегозащитные насаждения вдоль рек и водохранилищ . . . 87
Ширина защитных полос вдоль шоссейных и железных дорог . 93
Зеленые зоны вокруг городов и промышленных центров . . . 95
Запросы лесной промышленности и расширение лесных площадей 98
Заповедники и нормы лесных площадей для обитания и размножения полезных диких животных 100
Обобщение материалов и установление оптимальной лесистости по областям 101
Состояние водоохранных лесов и перспективы его улучшения . . 104
Рентабельность капитальных вложений на создание защитных и водопоглотительных полос 110
Заключение 114
Приложение 117
Литература 122

Александр Алексеевич Молчанов

Оптимальная лесистость

Утверждено к печати
Лабораторией лесоведения АН СССР

Редактор издательства *А. Н. Павлов*
Художник *И. В. Кононова*
Технический редактор *Н. П. Кузнецова*

Сдано в набор 19/I-1966 г. Подписано к печати 7/IV-1966 г.
Формат 60×90¹/₁₆. Печ. л. 8. Уч.-изд. л. 8,2
Тираж 1300 экз. Т-05734. Изд. № 827/66. Тип. зак. 6047.

Цена 50 коп.

Издательство «Наука»,
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука»,
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10