

ОПЫТ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЛЕСА НА ВОДНЫЙ БАЛАНС ¹

Проф. Б. Д. Жилкин

„Людам, которые в Месопотамии, в Греции, в Малой Азии и других местах выкорчевывали леса, чтобы добыть таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему опустошению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров собирания и хранения влаги. Когда альпийские итальянцы вырубали на южном склоне гор хвойные леса, так заботливо охраняемые на северном, они не предвидели, что этим подрезывают корни скотоводства в их области; еще меньше они предвидели, что этим лишают свои горные источники воды на большую часть года, с тем еще эффектом, что тем более бешеные потоки они будут изливаться в долину в период дождей“.

Ф. Энгельс.

1. Состояние вопроса, цель и метод исследования

Несмотря на то, что водоохранная роль леса признавалась еще во времена Платона, состояние современных знаний о взаимосвязи лесов и вод пока позволяет говорить преимущественно о качественной стороне явлений на основании общих представлений и соображений.

Эта отрасль знаний, будучи теснейшим образом связана с разведением растениеводческих культур, в условиях частной собственности на землю не имела достаточного практического применения и необходимого стимула для развития. Проблема эта в капиталистических странах больше дискутируется, чем практически решается, несмотря на то, что отдельные опыты облесения дали явно положительные результаты (см. рис. 1).

Лишь в условиях социалистического хозяйства нашей страны, где проводится плановое освоение водных ресурсов (решение проблемы Большой Волги и Большого Днепра, создание каналов — Беломорского им. Сталина, Москва — Волга, Большого Ферганского

¹ Основные положения настоящей работы доложены 22/XII-39 г. на Пленуме Постоянной методической комиссии по борьбе с эрозией почв при Почвенном Институте им. В. В. Докучаева Академии Наук СССР.

им. Сталина и др.) и плановая борьба с водной стихией — наводнениями, эрозией почв, мелководием, засухой, заболачиванием, вечной мерзлотой и т. п., в комплексе мероприятий по борьбе с водой и за воду наряду с гидротехническими и агротехническими мероприятиями получили возможность широкого применения и лесоводственные мероприятия.

Водоохранная роль леса у нас официально признана, и во исполнение постановления ВЦИК и СНК СССР от 2 июля 1936 г. уже выделено свыше 71,5 мил. га водоохранных лесов.

При этом открываются неограниченные возможности применения и развития науки о влиянии леса на водный баланс страны и об использовании его фитомелиоративных свойств.

Основная трудность решения в полном объеме лесоводно-проблемы в наших условиях заключается, по видимому, лишь в том, что влияние леса на водный баланс, по своей природе крайне изменчивое в пространстве и времени, проектируясь на изменчивый физико-географический комплекс обширной территории нашего Союза, приобретает различную значимость в его районах, различных по природным и экономическим условиям. Отсюда вытекает необходимость для научно-обоснованной разработки проблемы водоохранных лесов в первую очередь построить широкую отправную теоретическую схему.

Недостаточная изученность объекта исследования, конечно, вызывает неизбежную гипотетичность и недостаточную обоснованность любой попытки решения выдвигаемой задачи. Тем не менее, коллективными усилиями она должна быть решена, хотя бы в первом приближении, для оказания немедленной помощи производству для разработки конкретных мероприятий, опирающихся на современные представления о водоохранной роли леса. Дальнейшие исследования и коллективный опыт внесут в нее соответствующие коррективы.

Так как с ростом материального и культурного уровня трудящихся СССР растет душевое потребление и воды и древесины, то разработка указанной отправной теоретической схемы должна проводиться с учетом одновременного использования леса и как фитомелиоративного средства и как источника важнейшего сырья — древесины.

Для того, чтобы грядущее коммунистическое общество могло наиболее полно пользоваться всеми многообразными полезностями леса и, в частности, широко использовать его водоохранные свойства, необходимо, помимо уже выделенных лесов водоохранной зоны, созданных противоэрозионных и полезащитных лесных полос, дальнейшее выделение существующих и разведение новых водоохранных лесов различного ближайшего назначения.

Все это требует, чтобы отправная теоретическая схема отображала основные закономерности влияния леса на водный баланс и предусматривала использование с максимальной эффективностью водоохранно-почвозащитных функций леса наряду с плановым удовлетворением многообразных потребностей различных отраслей народного хозяйства в основном продукте леса — древесине. Вместе с тем эта схема должна быть ясна и проста, удобна для широкого использования в производстве. Она должна позволять легко пользоваться ею для учета водоохранной роли леса, начиная от выдела любого участка в природе, выбора для него тех или иных лесохозяйствен-

ных мероприятий и кончая широким перспективным планированием.

Опыт разработки таких отправных схем уже имеется у нас и за рубежом. Из новейших зарубежных схем наиболее законченной является трехбальная оценка водоохранной роли леса, приведенная в Национальном плане лесного хозяйства США (1). С ней мы уже знакомили читателей (Жилкин, 2).

Однако, как мы отмечали, она касается одной лишь положительной водоохранной роли леса и поэтому как не вполне отражающая объективную действительность, не может быть принята нами. Выгодно отличается от последней своей методологической основой широко известная отправная теоретическая схема акад. Г. Н. Высоцкого (3—8). В ней, как известно, автор отправляется от диалектического миропонимания двойственной роли леса и совершенно правильно кладет в ее основу анализ влияния леса на водный баланс.

Однако, в конечном результате он приходит к ряду выводов, неприемлемых для нашего лесного хозяйства: о сбережении лесов запада и севера, об облесении тундры и т. п. Это происходит в силу сложившихся у него представлений о чрезмерно больших расходах лесом воды на транспирацию, а отсюда и о повсеместном в условиях равнинного ландшафта влиянии леса на понижение уровня грунтовых вод („Лес сушит равнины“) и о запредельных трансгрессивных его влияниях. Последние положения неоднократно подвергались критике со стороны ряда ученых (А. А. Каминский, М. Е. Ткаченко, Н. И. Сус, Л. С. Берг, В. В. Цинзерлинг и др.). Мы полагаем, что взгляды акад. Г. Н. Высоцкого, сложившиеся под влиянием его исследований в южных условиях нашего Союза, не могут быть распространены на север, где ясно выступает не иссушающая, а наоборот, увлажняющая роль леса, где идет процесс самодвижения лесных фитоценозов в сторону превращения более сухих местопроизрастаний через влажные в сырые и затем в мокрые; при этом роль леса как аккумулятора влаги, выступает очень рельефно. Этот процесс с точки зрения эффективного использования водных ресурсов страны нельзя признать положительным явлением, и заболачивающиеся леса нашего севера нельзя считать лесами предельно высокого водоохранного значения, как это вытекает из теоретической схемы Г. Н. Высоцкого.

У ряда наших авторов теоретических схем наблюдаются другие крайности. Так например, у В. А. Троицкого (9) из его „Классификации лесов по их водоохранным свойствам“ совершенно выпала категория водоохранных лесов, у М. М. Орлова (10) водоохранные леса трактуются как леса средние между защитными и обыкновенными лесами, у А. С. Козменко (11) и Г. А. Харитонова (12) отводится место водоохранным лесам лишь в районах карста по провальным воронкам.

Нет нужды доказывать, что теоретические схемы, противоречащие принятым решениям XVIII съезда ВКП(б) о быстром развитии лесозаготовок в северных и северо-западных районах Европейской части Союза и не согласованные с постановлением ЦИК и СНК СССР от 2 июля 1936 г. о выделении водоохранной зоны, устарели. Это, конечно, не значит, что некоторые здоровые идеи авторов прежних схем не могут быть использованы при разработке новых.

Нет сомнения, что после выхода в свет „Краткого курса истории ВКП(б)“ и постановления ЦК ВКП(б), призывающего к смелой

разработке теоретических проблем, развернувшаяся теоретическая работа во всех отраслях наших знаний, в том числе и на нашем теоретическом лесном фронте, приведет к разработке и новой теории в области лесо-водной проблемы.

Сознавая отмеченные выше трудности разработки отправной теоретической схемы в области лесо-водной проблемы, автор все же принял еще в 1933 г. предложение Зап. обл. НИТО лесной и лесохимической промышленности разработать ее для выделения и лесоустройства водоохранных лесов.

Положительное отношение научно-инженерной общественности к моему первому опыту разработки пятибальной оценки водоохранной роли леса по типам местностей, доложенному в ноябре 1934 г. на Первой Всесоюзной Научно-Технической конференции по лесному хозяйству и агролесомелиорации в Москве и опубликованному в ее трудах в 1936 г. и еще ранее в местной печати, побудило Союзлеспроттяж включить в 1935 г. мою схему в его ведомственную инструкцию по устройству состоявшихся в его ведении водоохранных лесов. Она была проверена в процессе лесоустройства водоохранных лесов Союзлеспроттяжа широким коллективом лесоустроителей и исследованиями кафедры на сточных микроплощадках.

Исследованиями на Башкирской лесной опытной станции подтвердилась правильность моей идеи о разработке принципов ведения лесного хозяйства с учетом типов местностей.

Один из участников лесоустройства А. И. Летковский (13) поместил в 1937 г. о моей схеме статью в журнале „В защиту леса“, кстати сказать, с несколько странным утверждением, что она „при всех ее положительных сторонах, однако, до настоящего времени не получила освещения в литературе.“

Так как со времени первого варианта моей схемы она подвергалась мною значительным уточнениям и изменениям, то считаю полезным ознакомить хотя бы с ее основными положениями нашу научную инженерно-техническую общественность — читателей Трудов Брянского лесохозяйственного института.

Общепризнанным можно считать балансовый метод учета прихода и расхода вод в качестве единственно правильной формы выражения водного режима почвы и страны, в частности лесной и безлесной местности. Со времен классического труда Воейкова „Климаты земного шара“ (1884), впервые установившего взаимозависимость между осадками, стоком и испарением, предложен ряд формульных выражений водного баланса (Пенком, Отоцким, Высоцким, Нестеровым, Оппоковым, Костяковым, Лаудермилком, Роде, МНИИЛХ'ом и др.). Однако на специальном методическом совещании крупнейших специалистов нашей страны, созванном Главным управлением лесоохраны и лесонасаждений при СНК СССР в Москве в марте 1938 г., было признано, что не поддаются количественному учету из-за неразработанности методов такие важные элементы водного баланса, как сток грунтовых вод и транспирация. В связи с этим, несмотря на всеобщее признание балансового метода наиболее полным и точным методом учета влияния леса на водный режим любой территории, совещание все же было вынуждено ограничить задачу решения водоохранной проблемы путем изучения отдельных факторов, характеризующих существенную часть общей водоохранной роли леса.

Если на данном этапе развития науки балансовый метод, как и ни один из других методов, не может обеспечить установления коди-

качественных показателей влияния леса на водный баланс, то это, конечно, не значит, что правильно теоретически обоснованный метод не будет развиваться дальше. Нет сомнения, что дальнейшая его разработка, путем ли постановки исследований на крупных лизиметрических установках, как предлагает проф. В. В. Цинзерлинг, или путем разработки необходимых методов учета отдельных элементов водного баланса, приведет к установлению количественных показателей влияния леса на водный баланс. Пока же задача должна решаться с известной долей вероятности на основании представлений о качественной стороне влияния леса на элементы водного баланса.

Для этих целей мы воспользуемся упрощенным выражением водного баланса в одной из интерпретаций его акад. Г. Н. Высоцким (4).

$$N = A + F + V + T$$

Осадки	=	A	+	F	+	V	+	T
		Поверхностный сток		Грунтовый сток		Физическое испарение		Физиологическое или транспираци- онное испарение

A и V — элементы негативного, F и T — позитивного порядка.

Для правильного использования водных ресурсов страны необходимо:

а) рациональное использование влаги, пропуская максимум испаряющейся влаги через растительные организмы, путем транспирации (T), т. е. развивая высокопродуктивное сельское и лесное хозяйство;

б) перевод влаги, достигающей почвы и остающейся неиспользованной растительностью, в полезный подземный сток (F), идущий на регулярное водопитание рек как путей транспорта, источников электроэнергии и оросительных систем;

в) предотвращение вредных для водопитания рек и особенно для сельского хозяйства явлений размыва и поверхностного смыва почв как вредной работы поверхностного стока (A)

и г) возможное снижение бесполезного расхода воды на физическое испарение с поверхности почвы и растительности (V).

Производительные силы и производственные отношения нашего социалистического общества несомненно обеспечивают полное высоко-рациональное использование позитивных и борьбу с негативными элементами водного баланса.

В зависимости от плановых заданий, направленных на развитие тех или иных наших народохозяйственных комплексов, роль и значение перечисленных элементов водного баланса, несомненно, будет меняться. Для того чтобы сознательно управлять ими, необходимо знать, какие природные факторы и в какой степени будут влиять на водный баланс.

Диалектический метод познания явлений при изучении закономерностей взаимосвязи лесов и вод позволяет априори полагать, что влияние леса на водный баланс должно проходить процесс количественно-качественных изменений и находить в различных условиях как положительные, так и отрицательные выражения. Ни общего положительного, ни общего отрицательного влияния лес, конечно, иметь не может.

Отсюда вытекает необходимость и целесообразность принятия качественных оценок влияния леса на водный баланс от явно отрицательной до явно положительной,

В практике лесного хозяйства известны случаи удачного применения качественных оценок явлений по двум признакам с помощью пятибалльной оценки (проф. А. В. Тюрин 14), по следующей схеме:

Таблица 1

Признак „Б“	Признак „А“		
	Плохой	Удовлетворит.	Хороший
Плохой	1—очень плохой	2 плохой	3 удовлетвор.
Удовлетворительный	2 плохой	3 удовлетвор.	4 хороший
Хороший	3 удовлетвор.	4 хороший	5 отличный

Эту схему оценок мы приняли для оценки влияния леса на отдельные элементы водного баланса и на факторы его обуславливающие.

Прежде чем перейти к этой оценке леса, необходимо выяснить, от каких природных факторов и в какой степени будет зависеть водный баланс и как сам лес влияет на изменение водного баланса.

II. Зависимость водного баланса от физико-географических условий

Общие положения Для того чтобы среди природных факторов найти место лесу, как фактору, влияющему на водный баланс, необходимо хотя-бы кратко остановиться на основных закономерностях влияния природных условий на водный баланс, привязав их к географической основе. В качестве такой основы мы принимаем карту растительности СССР Большого советского атласа мира, составленную в масштабе 1 : 1 500 000.

Показатели водного баланса и главнейших факторов, его обуславливающих, для лесорастительных областей приводятся в приложении (см. в конце работы), а географическое распространение их иллюстрируется по ходу изложения соответствующими карточками.

Отправляясь от простейшего формульного выражения водного баланса — осадки равны испарению плюс сток, мы переходим к перечислению основных закономерностей этих основных элементов водного баланса на территории СССР, с освещением обуславливающих их факторов: климата, рельефа, почвы и отчасти растительности. Подробнее о влиянии растительности и, в частности, леса будет сказано в III главе.

В качестве самых общих положений прежде всего отметим следующее:

а) количественные показатели элементов водного баланса изменяются зонально в зависимости от географической широты.

Наиболее тесная зависимость от последней наблюдается у испарения, несколько меньшая у осадков и слабее выражена эта связь

у стока. С повышением широты испарение падает быстрее, чем количество осадков.

б. С высотой над уровнем моря количество осадков увеличивается, испарение уменьшается, сток увеличивается.

в. По мере удаления от берегов океанов и морей вглубь материка уменьшаются количество осадков, испарение и сток.

Осадки 1. Количество выпадающих осадков в той или иной местности СССР зависит главным образом от близости к ней испаряющих водных поверхностей, воздушных течений, географической широты, высоты над уровнем моря, рельефа местности и характера растительности.

2. Максимум осадков приходится на зиму на берегах океанов и морей. По мере удаления от берегов океанов и морей на восток до

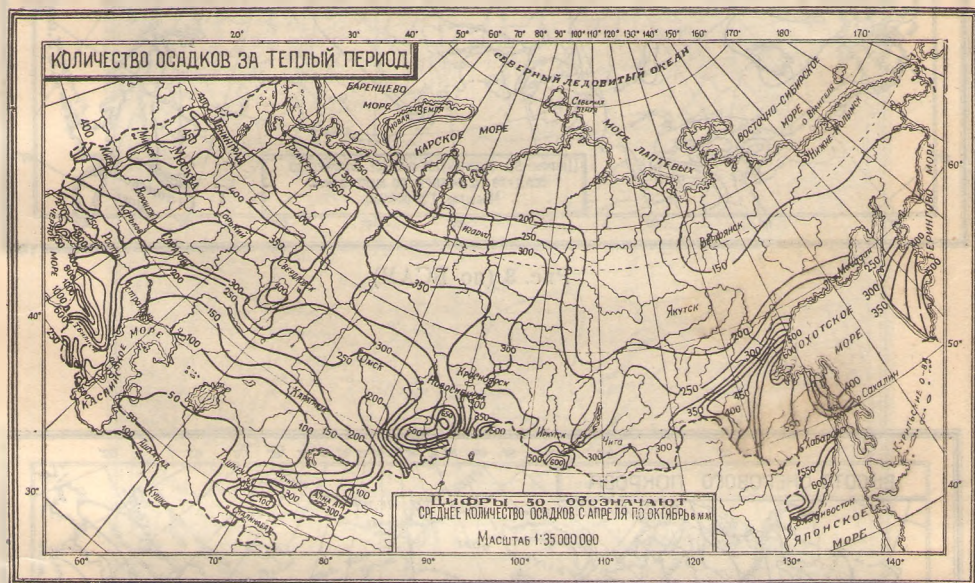


Рис. 2 (по БСАМ)

областей с муссонными дождями количество влаги, переносимое ветрами, уменьшается. Осенние и зимние осадки постепенно уступают свое место летним, которые в значительной степени являются следствием испарения внутренних водоемов и растительного покрова, так как летом материк сильно прогревается и восходящие токи воздуха дают начало местным дождям, иногда весьма обильным (для Москвы за теплое время 1932—1934 гг. до 37% по Л. С. Бергу (15).

3. Распределение по территории Союза осадков за теплое и холодное время года показано на следующих карточках (см. рис. 2 и 3), заимствованных из Большого Советского атласа мира.

4. Среднегодовую высоту снегового покрова ко времени наступления его таяния иллюстрирует след. карточка БСАМ (см. рис. 4), а представление о наибольшей мощности снегового покрова и о времени наступления этого максимума для европей-



Рис. 3 (по ВСАМ)

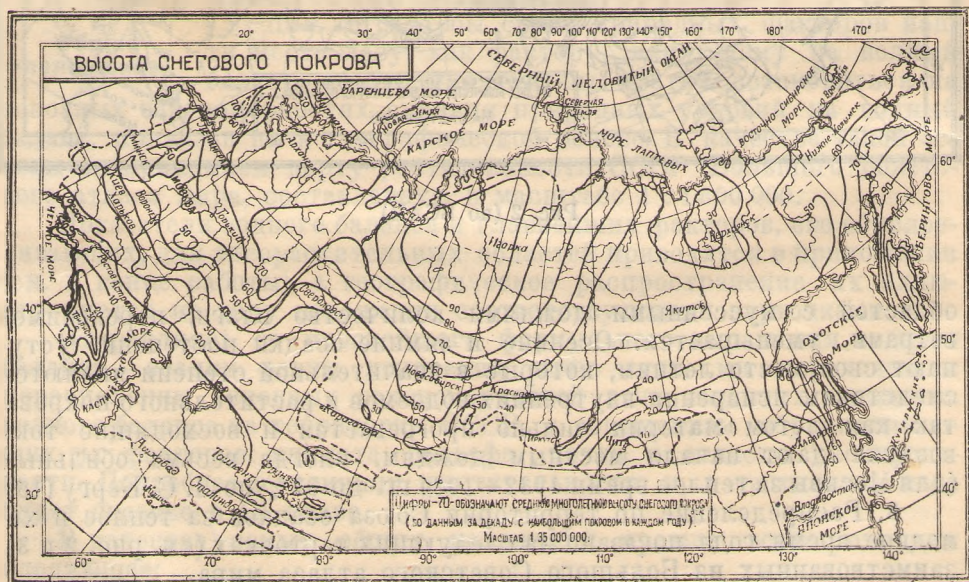


Рис. 4 (по ВСАМ)

ской части СССР дает заимствованная у Д. И. Кочерина карточка (см. рис. 5).

5. Так как разрушительные последствия ливневого стока превышают, как правило, последствия стока талых вод, то весьма важно



Рис. 5. Карта наибольшей мощности снегового покрова в Европейской части СССР (по Д. И. Кочерину)

иметь представление о распределении ливней по территории. Такое представление для европейской части СССР для ливней равной интенсивности дает следующая карточка (см. рис. 6), составленная Д. И. Кочериным по данным Э. Ю. Верга.

Э. Ю. Берг (16) на основании систематизации, сводки и обработки 10-летних наблюдений (1903—1912 г.г.) делает следующее заключение:

... на юго-западе (южнее 51° с. ш. и восточнее 36° в. д.) крайние количества ливневых осадков, грубо приблизительно, могли достигать:

в 1/4	1/2	1	2 часа
40	60	80	110 мм.

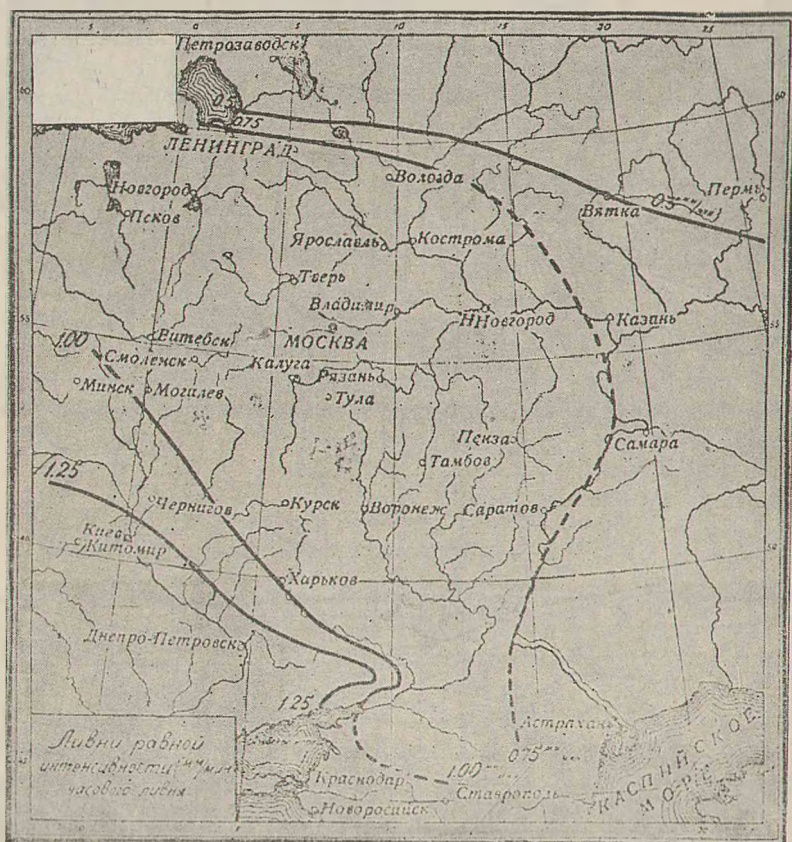


Рис. 6. Карта распределения ливней равной интенсивности в Европейской части СССР (по Д. И. Кочерину—Э. Ю. Бергу)

На севере (около параллели 60° с. ш.) приблизительно в полосе, идущей от Онежского озера до верховьев Камы, соответствующие значения, по всей вероятности, достигали не более, чем половины вышеозначенных величин, т. е.

в 1/4	1/2	1	2 часа
20	30	40	55 мм.

Для центральной части (южнее Москвы) можно принять соответствующие значения приблизительно:

в 1/4	1/2	1	2 часа
30	45	60	80 мм.

Иначе говоря, им выделены 3 зоны ливневых осадков: северная, средняя и южная с отношением интенсивностей ливней одинаковой продолжительности 1 : 1 $\frac{1}{2}$: 2.

6. Весьма важным для наших целей является представление о среднем суточном количестве осадков, поскольку именно на этот показатель может быть проще всего рассчитано задерживающее воздействие полога леса.

Эти показатели нами вычислены по данным Мирового агроклиматического справочника для отдельных лесорастительных областей как частное от деления суммы годовых осадков на число дней с осадками. Они приведены в приложении.

Испарение

Испарение зависит в основном от трех факторов: температуры и влажности воздуха и ветра. Ком-

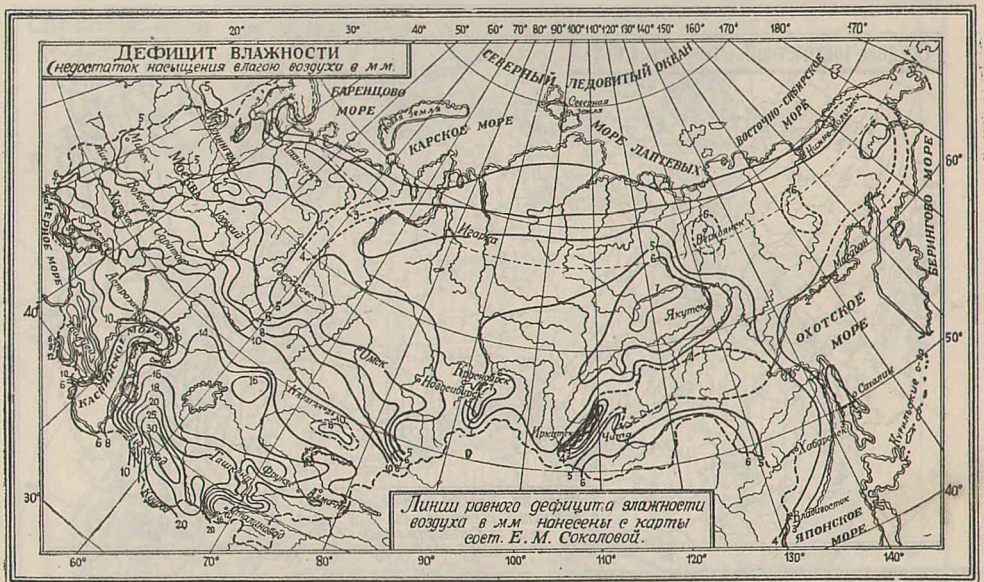


Рис. 7

плексным выразителем условий испаряемости является дефицит влажности или недостаток насыщения влагою воздуха. Он определяет ход физического и физиологического испарения — транспирации.

Распределение дефицита влажности воздуха на территории Союза мы даем на карточке (см. рис. 7), снятой с карты недостатка насыщения влагою воздуха за июль Гос. Гидрол. Инст., составленной Е. М. Соколовой (17).

Средняя годовая температура для отдельных лесорастительных областей приведена в приложении.

Из географического распределения показателей дефицита влажности воздуха за июль и среднегодовой температуры, с одной стороны, и условий роста леса с другой — можно сделать выводы, что средние условия испаряемости лежат в пределах 4—6 мм дефицита влажности воздуха за июль и 0—5° среднегодовой температуры. Пониженные условия испаряемости лежат в пределах показателей дефицита влажности воздуха ниже 4 мм и среднегодовой температуры ниже 0°.

Повышенные условия испаряемости лежат в условиях показателем дефицита влажности воздуха более 6 мм и среднегодовой температуры выше 5°.

Типичным представителем зоны пониженных условий испаряемости является область редкостойных еловых болотистых лесов, зоны средних условий испаряемости — область южных еловых лесов и зоны повышенных условий испаряемости — область лесостепи.

Сток Выпавшие на поверхность почвы атмосферные осадки, за вычетом испарения, частью просачиваются в почву, частью стекают по поверхности стоком в реки.

Вода, просачивающаяся в почву, частично используется корнями растений, частично, проникая до первого слоя водоупорной породы, образует на ней слой грунтовой воды, также стекающей в реки.

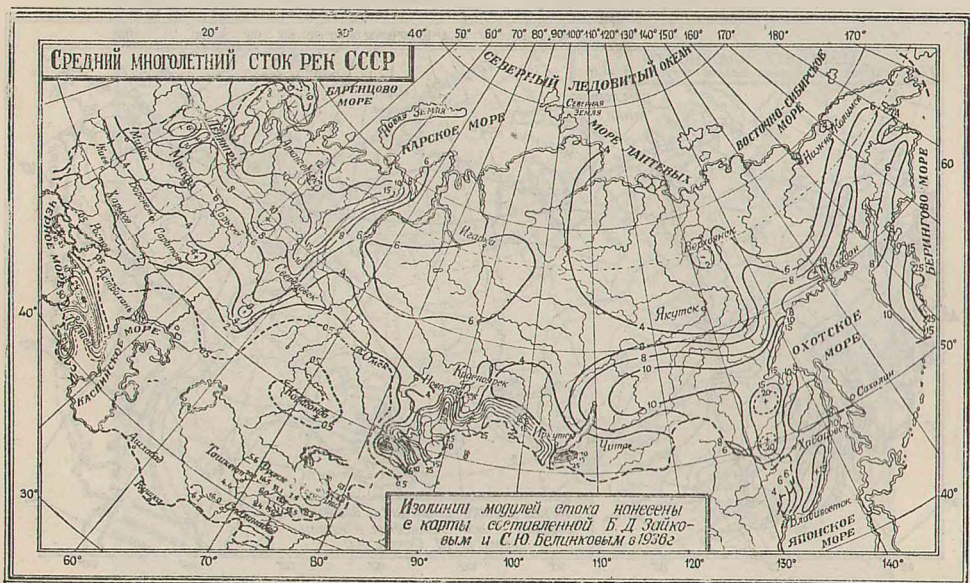


Рис. 8

Таким образом речной сток состоит из поверхностного и подземного или грунтового. По своему происхождению от тех или иных осадков он подразделяется на сток снеговых или талых вод и сток дождевых и ливневых вод.

Распределение общего среднего многолетнего стока на территории СССР показывает след. карточка № 8, заимствованная из работы Б. Д. Зайкова и Беленкова (18).

При сопоставлении с картой годовых изогийет она показывает, что максимумы и минимумы стока почти точно совпадают с максимумами и минимумами осадков. Также как и осадки, сток уменьшается в двух основных направлениях: от влажного запада и севера к засушливому югу и юго-востоку и от более орошаемого запада к менее орошаемому востоку.

Распределение стока по территории СССР носит типичный зональный характер, причем общее направление изолиний в равнинной части широтное, за исключением изолиний морских берегов, где они следуют направлению береговых линий. Под влиянием располо-

женных на равнине и ее окраинах возвышенностей и горных хребтов, общее направление изолиний меняется, и они следуют уже за рельефом местности и связанным с последним распределением осадков.

А. Грунтовый сток. Для большинства рек нашего Союза участие в их водопитании подземного стока значительно меньше участия поверхностного стока.

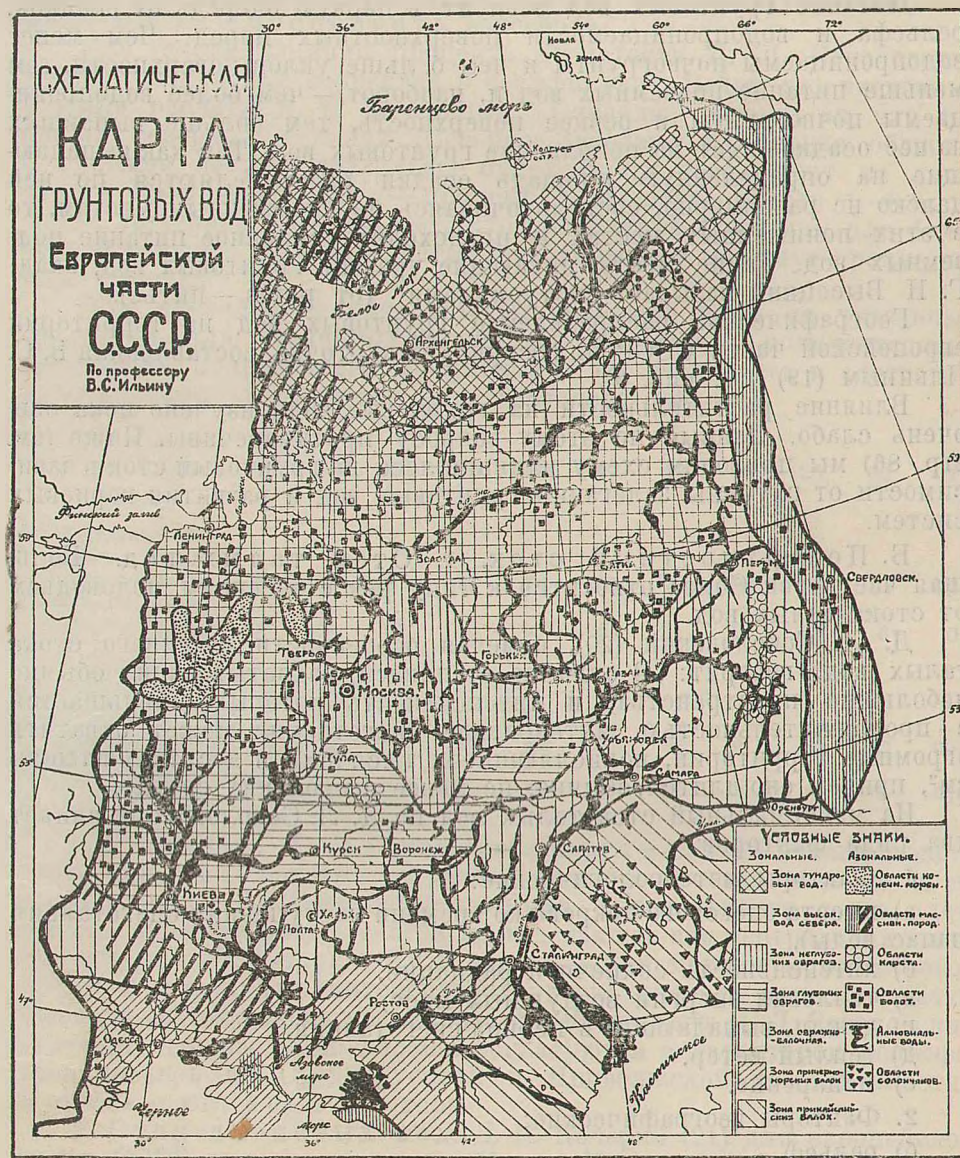


Рис. 9

Для Днепра на долю грунтового питания по подсчетам Е. В. Оппокова приходится 33% от годового стока или 8,5% от осадков. Для Оки выше Орла по подсчетам Гейнца — 14% от годового стока или 3% от осадков.

Водопитание рек за счет подземного стока происходит более равномерно, чем за счет поверхностного. Однако и он имеет свои максимумы: поздне-весенний и осенний. Летом, когда осадки расходуются главным образом на физическое и физиологическое испарение, а так же в зимнее время, когда осадки выпадают в виде снега, реки питаются главным образом за счет подземного стока.

Питание грунтовых вод зависит в первую очередь от осадков, рельефа и водопроницаемости поверхностных пород. Чем менее водопроницаемы почвогрунты и чем больше уклон поверхности, тем меньше питание подземных вод и, наоборот, — чем более водопроницаемы почвогрунты и ровнее поверхность, тем больше выпавших на нее осадков идет на пополнение грунтовых вод. Так как выпадающие на определенную площадь осадки распределяются по ней далеко не равномерно, сосредоточиваясь по пониженным местам, то в этих пониженных местах и происходит усиленное питание подземных вод. Такие места, питающие уровень грунтовых вод, акад. Г. Н. Высоцкий называет „потускулами“ (от *potus* — питье).

Географическое распределение грунтовых вод на территории европейской части СССР иллюстрирует карточка, составленная В. С. Ильиным (19) (см. рис. 9).

Влияние растительности на грунтовые воды изучено пока еще очень слабо. Данные по этому вопросу противоречивы. Ниже (см. стр. 86) мы приводим схему влияния леса на грунтовый сток в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и развития корневых систем.

Б. Поверхностный сток. 1. Сток талых вод. Большая часть рек Союза относится к типу рек с весенним половодьем от стока талых вод.

Д. Л. Соколовский (20), отмечая особенности весеннего стока талых вод, говорит: „В отличие от ливней, захватывающих обычно небольшие пространства, и интенсивность которых уменьшается с продолжительностью, интенсивное снеготаяние может охватить огромные территории, исчисляющиеся тысячами и десятками тысяч км², причем оно длится, обычно, не менее нескольких суток“.

На максимальный сток талых вод по Д. Л. Соколовскому влияет два ряда факторов:

1. Факторы метеорологические:

а) высота снегового покрова ко времени наступления снеготаяния (запас воды),

б) интенсивность солнечной радиации,

в) тепловая энергия воздушных масс,

г) дожди, выпадающие в период снеготаяния,

д) теплый ветер,

е) испарение.

2. Факторы географические:

б) рельеф,

в) почва,

а) растительность.

Метеорологические факторы определяют в основном интенсивность снеготаяния, причем, за исключением высоты снегового покрова, все они зависят от типа весны данного года.

Географические факторы определяют в основном величину потерь талых вод на водосборе (на аккумуляцию на поверхности бас-

сейна, на насыщение водою снега, на фильтрацию в грунт и на испарение).

Решающим фактором, определяющим интенсивность снеготаяния, является температура.

Основным фактором, влияющим на величину потерь и, следовательно, на величину максимума, на его пик, является аккумулярующая способность водосбора.

Для учета влияния процента лесистости Д. Л. Соколовский вносит следующий корректив в коэффициент Вейрауха, введенный в наши расчеты Д. И. Кочериным. „Очевидно, говорит он, что для наших северных условий (Северное Заволжье и Северная область) с густыми лесами, правильнее будет ввести коэффициент на лесистость $K=1-0,6\gamma$, где γ —процент лесистости, вместо $1-0,3\gamma$ по Д. И. Кочерину“. Он считает, что „последний применим для более южных районов, где менее густые леса вызывают меньшую редукцию пика паводка“

Для наглядности приводим вычисленные нами по указанным формулам для различных процентов лесистости количественные выражения поправочного коэффициента на лесистость и соответствующий процент снижения пика весеннего паводка:

Процент лесистости водосбора .	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	1
Север:											
Поправочный коэффициент на лесистость в % .	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	99,4
Снижение пика паводка на % .	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0,6
Юг:											
Поправочный коэффициент на лесистость в % .	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	99,7
Снижение пика паводка на % .	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0,3

Составленные Д. Л. Соколовским карты изолиний максимального стока талых вод показывают уменьшение его с северо-востока на юг и юго-запад. Уменьшение максимума интенсивности стока идет, однако, неравномерно с севера на юг, так как вся центральная часть европейской территории СССР занята одним максимумом. На север от этого максимума интенсивность стока сначала падает, а затем к северу-востоку вновь увеличивается. Кроме того, Д. Л. Соколовский отмечает, что изолинии хорошо согласуются с характером рельефа, увеличиваясь на Среднерусской и Приволжской возвышенностях и огибая с юга Уральские горы.

2. Сток ливневых вод. Д. И. Кочерин (21) для европейской части СССР установил линию Киев—Харьков (51° с. ш.), к югу от которой суммарный сток ливневого паводка может превосходить таковой же снегового паводка.

Помимо географического распределения ливней (см. стр. 44), на сток ливневых вод оказывают влияние интенсивность потерь на дождепитывание почвы, рельеф местности, выраженный в виде среднего уклона склонов или угла наклона, аккумуляция воды в неровностях и лесистость бассейна (М. Ф. Срибный, 22).

3. Главнейшими свойствами, определяющими влияние почвы на водный баланс территории, являются, как известно, водопроницаемость и влагоемкость, в свою очередь зависящие от механического состава, содержания гумуса и других физических и химических свойств почвы, определяющих, с одной стороны, способность почвы к просачиванию воды¹, с другой стороны — ее противоэрозионную устойчивость. Проф. М. Ф. Срибный дает следующую классификацию почвогрунтов по водовпитыванию:

Т а б л и ц а 2

Категория	Наименование почвы	Интенсивность потерь при расчетной интенсивности ливня: 0,5—3 мм/м
I	Скальный не трещиноватый грунт, почвы тундры, болотные почвы, заболоченные подзолистые почвы	0—0,05
II	Горво-луговые почвы, подзолистые почвы ДВК, почвы маревых бассейнов	0,04—0,15
III	Такыры, солончаки и солонцы. Глины, жирноглинистые почвы всех типов	0,06—0,25
IV	Подзолистые суглинки и глинистые почвы	0,10—0,35
V	Серые лесные земли, выщелоченные и деградированные черноземы, террасовый чернозем	0,15—0,50
VI	Мощный и тучный чернозем, подзолистые супесчаные почвы, глинистые сероземы	0,20—0,65
VII	Обыкновенный и южный чернозем, светло-каштановые и бурые суглинистые почвы	0,25—0,80
VIII	Сероземы, оподзоленные супеси	0,35—1,00
IX	Черноземы супесчаные и песчаные	0,45—1,25
X	Темно-каштановые и бурые почвы сероземы супесчаные и песчаные, хорошо задренованные пески	0,50—1,50
XI	Сравнительно слабо задренованные пески	1,00—1,80
XII	Развеваемые нецементированные пески	1,50—2,00

Эта классификация, основанная на очень большом количестве анализов почвогрунтов, представляющих почти все разнообразие почвогрунтов СССР, к сожалению не содержит, „вечно-мерзлой почвы“.

По утверждению М. И. Сумгина (23), „вечно-мерзлая почва является практически водонепроницаемым слоем.“ Это оказывает решающее влияние на режим речного стока и на характер рек Восточной Сибири, протекающих в районах вечной мерзлоты.

Проф. Ф. П. Саваренский (24) говорит, что реки Западной Сибири, имеющие область своего питания в значительной мере вне районов вечной мерзлоты, отличаются высоким весенним паводком и сравнительно высоким горизонтом летнего уровня в силу обеспеченности проникновения осадков в грунт и равномерного грунтового питания, тогда как реки Восточной Сибири, почти полностью расположенные в областях вечной мерзлоты, отличаются небольшими весенними паводками и резким колебанием уровня летом в связи с выпадением летних осадков, которые не могут просачиваться через слой мерзлоты и быстро стекают в реки.

¹ По исследованиям ВНИИЛХ (Д. Г. Смарагдов, 61), если фильтрационный расход в суглинках принять за 1, то в супесях он составит 23, а в песках — 42.

Распространение почв и вечной мерзлоты по лесорастительным районам приводятся в приложении.

Влияние леса на сток в районе вечной мерзлоты мы считаем явно отрицательным, ибо лес, отеняя почву, задерживает в этих условиях ее оттаивание, с которым связано улучшение водовпитывания.

О влиянии леса на сток дождевых и ливневых вод в других условиях скажем ниже.

4. Сток поверхностных вод вообще и ливневых в частности зависит от уклона поверхности.

По закону Шези скорость стекающих струй воды прямо пропорциональна корню квадратному из уклона. Иначе говоря, скорость поверхностного стока определяется законом падающих тел. Согласно этому закону, скорость, приобретаемая падающим телом, пропорциональна корню квадратному из высоты падения. Таким образом превышения водоразделов над местными базисами эрозии определяют скорость стока поверхностных вод.

Рамзер, Айерс, С. С. Соболев (25) и др., исходя из приложения закона падающих тел к поверхностному жидкому и твердому (эрозии) стоку, устанавливают следующие соотношения. Если при прочих равных условиях, глубина местного базиса эрозии (или превышения водораздела над ним) увеличивается в 4 раза, то скорость стекающей к нему воды примерно удваивается. Если скорость (v) протекающей воды удваивается, то эрозионная способность потоков увеличивается примерно в 4 раза (v^2), количество материала определенного размера, который может быть перенесен, увеличивается примерно в 32 раза (v^5), а объем частиц, которые могут быть перенесены по дну потока, увеличивается примерно в 64 раза (v^6).

Отсюда следует, что для суждения о поверхностном жидком и твердом стоке необходимо располагать данными о глубине местных базисов эрозии, либо данными об уклонах поверхности.

Проф. М. Ф. Срибный (22) дает следующую классификацию рельефа по средней крутизне склонов. Для удобства пользования мы приводим в ней средние уклоны в процентах и отвечающие им углы наклона.

Т а б л и ц а 3

Класс	Характер рельефа	Средняя крутизна склонов	Средний уклон в %	Средний угол наклона
I	Болотно-низинный, очень плоский	0,001	0,1%	0,06°
II	Плоский	0,005	0,5	0,3°
III	Равнинный	0,010	1,0	0,6°
IV	Волнистый	0,020	2,0	1,1°
V	Слабо-холмистый	0,040	4,0	2,3°
VI	Холмистый	0,060	6,0	3,5°
VII	Сильно-холмистый	0,080	8,0	4,6°
VIII	Предгорный	0,100	10,0	5,7°
IX	Гористый	0,300	30,0	16,7°
X	Горный	0,500	50,0	21,6°

Средняя крутизна склонов по лесорастительным областям приводится нами в приложении.

С. С. Соболев для районирования плоскостного смыва УССР пользовался средними уклонами поверхности, вычисленными им по формуле: $i = \frac{h \cdot L \cdot 2.100}{S}$, где i — средний уклон поверхности рай-

она в процентах; h — глубина эрозии в км; L — протяженность овражно-балочной сети в км для данного участка и S — площадь, для которой вычислена протяженность овражно-балочной сети в км².

Для европейской части СССР им составлена карта глубин главнейших местных базисов эрозии. Она необходима для правильного планирования всей системы противоэрозионных мероприятий.

Автор отмечает, что эта карта наряду с другими эрозионными картами (распространения главнейших типов эрозионного расчленения, частоты эрозионного расчленения, а также, конечно, с почвенной и ботанической картами, картой механического состава почвообразующих пород и пр.) дает возможность в дальнейшем более точно районировать леса Европейской части Союза по их водоохранному и почвозащитному значению.

5. На водный баланс наряду с крутизной склонов существенное влияние оказывает экспозиция склона. Это в первую очередь объясняется различным количеством тепла, получаемого склонами различных экспозиций. По исчислениям Шуберта, средняя дневная сумма тепла для вегетационного периода с апреля по август для условий Германии выразится в следующих цифрах:

	При ясном небе	При облачном небе
Северный склон 30°	329 кал./м ²	160 кал./м ²
Западный " —	469 "	228 "
Восточный " —	469 "	233 "
Южный " —	563 "	285 "

В соответствии с этим будут различно протекать испарение влаги, снегонакопление и снеготаяние,¹ промерзание и оттаивание почвы, а стало быть и сток и связанная с ним эрозия почв. Ряд исследователей эрозии почв (Козменко, Харитонов, Соболев, Земляницкий и др.) придают экспозиции склона весьма большое значение.

Л. Т. Земляницкий (28) приводит следующие интересные данные зависимости смыва мелкозема с 1 га богарных почв не только от угла наклона, но и экспозиции склона.

	При одной и той же экспозиции, но разных углах склона		При одном и том же угле (30°) наклона, но разных экспозициях	
1. Северный склон в 10°	смыто	2500 м ³	Сев. экспозиция	смыто 800 м ³
2. " " " 20°	"	4000 "	Зап. и вост. "	" 1400 "
3. " " " 30°	"	6000 "	Южная "	" 2500 "

¹ В только что вышедшем 8 выпуске Трудов ВНИИЛХ'а это положение подтверждается интересным примером, приведенным Ю. Ф. Готшалком для района Гростлицкой лесной опытной станции. В условиях одинаковой крутизны склонов (около 20°), суглинистых почв и сходных насаждений (3 Яс, 2 Д., 2 Л., 2 Кл., 1 Ил.—60 л. возр., с полн. 0.8) первоначальные запасы снега и интенсивность его таяния в зависимости от экспозиции склонов оказались следующие:

	Запас воды в снеге в мм	Интенсивность снеготаяния:	
		продолжит. в днях	в среднем в сутки в мм
Северный склон	75	18	4,1
Западный "	75	16	4,7
Восточный "	76	16	4,7
Южный "	65	12	5,4

Из этого сопоставления видно, что отношение смывов почвы на склонах северной экспозиции к смывам на западной и восточной и к смывам на южной составляет 1:2:3, т. е. получается почти та же пропорция, что и при повышении крутизны склонов на 10°, от 10° до 20° и 30°.

Очевидно, водоохранная роль леса, отеняющего почву, здесь будет тем больше, чем более нагреваемой будет экспозиция склона, а решающим свойством леса здесь будет характер олистения образующих его пород, располагающихся по своему значению в следующий убывающий ряд: темнохвойные, сосновые, зимнеголые.

6. Тесная связь между поверхностным стоком и двумя определяющими его ведущими факторами — водопроницаемостью почвогрунтов и уклоном поверхности, породила идею у ряда исследователей (Мид, Рамзер, А. Н. Костяков, Б. Д. Жилкин, С. С. Соболев, М. Ф. Срибный и др.) для практических целей типизировать территории по совокупности этих двух факторов.

Акад. А. Н. Костяков (27) для этой цели приводит следующую таблицу Рамзера:

Т а б л и ц а 4

Почва	Процент содержания глины в почве	Сток в процентах от осадков							
		Проницаемая подпочва				Непроницаемая подпочва			
		Уклон поверхности в %				Уклон поверхности в %			
		5	10	15	20	5	10	15	20
Песок	20	40	45	50	55	45	50	55	60
Супесь	40	50	55	60	65	55	60	65	70
Суглинок	60	65	70	75	80	70	75	80	85
Глина	80	80	85	90	95	85	90	95	100

В ней приняты условные градации: на каждые 5% (3°) увеличения уклона поверхности в пределах однородных в отношении водопроницаемости (по проценту глины) почв разница в стоке, выраженном в % от осадков, составляет 5%, а в пределах однородного уклона на первые 20% увеличения содержания глины в почве — 10% и на последующие — 1%.

Проф. М. Ф. Срибный для расчетной интенсивности ливней от 0,1 до 3,0 мм/м дает коэффициенты стока, отвечающие сочетаниям вышеприведенных его классов рельефа и категориям почв. В целях упрощения громоздкой таблицы мы ограничимся иллюстрацией установленных им зависимостей для расчетной интенсивности ливня в 3,0 мм/м.

С. С. Соболев (25) пишет: „Сопоставляя карту глубины главнейших местных базисов эрозии с почвенной картой и картой растительности, мы видим, что основные закономерности в распределении почв и растительности связаны с местными амплитудами местности и дренированности. Абсолютная высота местности, благодаря вертикальной зональности климата, создает общий фон распределения почв и растительности. Местные амплитуды рельефа — превышение над местными базисами эрозии, благодаря влиянию уклонов, экспозиции и дренированности местности, создают иногда довольно крупные, резко отличающиеся от окружающих районов почвенные и растительные провинции“.

Таблица 5

Таблица коэффициента стока ϕ при интенсивности ливня 3 мм/м

Рельеф Почвы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VI	X
I	0,67	0,73	0,77	0,84	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,00
II	0,67	0,72	0,76	0,82	0,88	0,91	0,93	0,95	1,00	1,00
III	0,65	0,69	0,74	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	1,00	1,00
IV	0,64	0,68	0,72	0,77	0,82	0,84	0,86	0,88	1,00	1,00
V	0,63	0,65	0,69	0,73	0,77	0,80	0,82	0,83	0,99	1,00
VI	0,59	0,63	0,65	0,70	0,73	0,75	0,76	0,78	0,91	1,00
VII	0,56	0,59	0,61	0,65	0,69	0,70	0,71	0,72	0,84	0,96
VIII	0,52	0,55	0,57	0,59	0,62	0,63	0,64	0,65	0,75	0,83
IX	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,56	0,57	0,65	0,72
X	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,48	0,49	0,55	0,61
XI	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,44	0,48
XII	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,34

Этим подтверждается правильность высказанной мною еще в 1934 г. идеи установления типов местностей для выделения водохранилищных лесов.

В пределах однородных климатических условий по совокупности двух ведущих факторов — степени крутизны склонов и степени водопроницаемости почв, мною (2) предложена следующая пятибальная оценка территорий по способности их к переводу поверхностного (разрушительного) стока в подземный (полезный).

Таблица 6

	Степень водопроницаемости грунтов		
	Водопроницаемые	Полупроницаемые	Непроницаемые
Степень крутизны склонов.	Все осадочные крупно-обломочные нецементированные породы, как галечники, гравий, песок, россыпи, а также все остальные сильно трещиноватые породы.	Глинистые пески, лёсс, торф, более рыхлые разности песчаников, режепористые известняки и мергеля.	Все массивные кристаллические породы и осадочные, если только они не трещиноваты, а из обломочных нецементированных — глины.
Оценка в баллах			
1. Ровные и пологие (от 0 до 5°).	5 отлично	4	3
2. Покатые (от 6 до 20°)	4	3	2
3. Крутые и обрывистые (21° и выше)	3	2	1 (плохо)

1) Отлично переводят поверхностный сток в подземный территории с ровным положением и водопроницаемыми почвогрунтами.

2) Хорошо — с ровным положением и полупроницаемыми почвогрунтами или покатыми склонами и водопроницаемыми почвогрунтами.

3) Удовлетворительно — с ровным положением и непроницаемыми (точнее малопроницаемыми) почвогрунтами, или с пока-

тыми склонами и полупроницаемыми почвогрунтами или с крутыми склонами и водопроницаемыми почвогрунтами.

4) Неудовлетворительно — с покатыми склонами и малопроницаемыми почвогрунтами или с крутыми склонами и полупроницаемыми почвогрунтами.

5) Плохо — с крутыми склонами и малопроницаемыми почвогрунтами.

По нашим представлениям степень водоохранной роли леса по типам местностей должна оцениваться в обратной зависимости от оценки территории в отношении стока.

7. В приведенной нашей оценке территорий градации склонов были приняты по классификации проф. С. А. Захарова, а градации по степени водопроницаемости горных пород — по проф. Ф. Н. Саваренскому.

Помимо характера размывающей и аккумулятивной деятельности поверхностных вод, положенного в основу классификации склонов проф. С. А. Захаровым, вышеприведенные градации склонов мною обосновывались производственными соображениями пригодности для той или иной культуры и необходимости того или иного мелиоративного воздействия. В настоящее время соображения, высказывавшиеся мною в 1934 г., нашли значительное подкрепление в данных работы проф. М. Ф. Срибного о методологии расчета максимального ливневого стока и в результате произведенных в ВИМЭ исследований И. И. Войко (29), работа которого по изучению рельефа как фактора агротехники и тракториспользования получила высокую оценку редактировавшего ее акад. В. Р. Вильямса.

Нет нужды доказывать важность согласованной оценки территорий для тех или иных народохозяйственных целей, в данном случае — для использования леса как средства в борьбе за воду и с водой, как „средства овладеть водны́м режимом почвы и страны“ (В. Р. Вильямс, 30).

Напомним, что акад. В. Р. Вильямс (30) неоднократно обращал внимание на то, что „область водоразделов, благодаря слишком резко выраженной стихийности своего водного режима... не может быть, строго говоря, причислена к полевым угодиям или к угодиям луговым. Она природное лесное угодие“ (разрядка здесь и ниже автора). Он указывал, что „Кроме агрономического значения, эти леса имеют и важное государственное значение. Они регуляторы водного хозяйства всей страны“, и далее он пояснял, что „Возделывание одних травянистых растений с неглубокими корнями на водоразделах не может дать высоких урожаев, вследствие необеспеченности этих растений водой и пищей, быстро стекающих по склону, и труд, затраченный на возделывание только травянистых растений на водоразделах, всегда отличается относительно наименьшей производительностью.

Наоборот лесное или плодовое насаждение (деревянистый массив), создающее условия обильного водоснабжения и извлекающее пищу из глубин, не доступных корням травянистых растений, представляет очевидную форму производительного труда на водораздельных пространствах“.

В свете этих указаний авторитетнейшего представителя агрономической науки при некоторой неопределенности понятия „водораздельных пространств“ для нас приобретает исключительный интерес

конкретизация ряда положений в редактированной им работе И. И. Бойко.

В этой работе приводятся данные акад. В. П. Мосолова о том, что 50% освоенной сельско-хозяйственной площади лежат на склонах, и данные МГУ о том, что среди этих площадей доминируют склоны 2—4°, хотя в некоторых частях Союза склоны 5—6° имеют тоже большое распространение. Далее в ней содержится указание, что тракторные работы на склонах с крутизной подъемов больше 6° широкого распространения не имеют и что непроизводительные потери тягового усилия тракторов на преодоление подъемов при работе тракторных агрегатов по склонам значительны и на каждый градус подъема составляют: у СТЗ и ХТЗ от 8,5% (при пахоте) и 13% (при посеве) до 18% (при уборке комбайнами), а у ЧТЗ от 7% (при пахоте) и 10% (при посеве) до 12% (при уборке комбайнами). В качестве противодействия отрицательному влиянию рельефа на работу тракторного агрегата автором рекомендуется ряд мероприятий: применение принципа маневренности рабочих скоростей трактора, работа поперек склона (вдоль горизонталей), соответствующая организация территории и др. Однако, при работе поперек склона крутизной более 3° могут возникнуть ощутительные осложнения для тракторного агрегата, особенно комбайна, тогда как при склонах до 3° все отрицательные проявления рельефа могут быть сведены к минимуму.

Кроме того, необходимо учитывать, что с увеличением уклона поверхности прогрессивно возрастает эрозия почв.

На основании трехлетних исследований в штате Миссури Иден показал, что начиная с уклона в $2\frac{1}{2}^\circ$ (4%), каждое увеличение наклона на 1° приводит к увеличению смылов почв на 25% (Б. В. Гусак, 31). Большинство авторов, освещающих вопросы эрозии, приходят к заключению, что потери почвы от смыва начинаются уже при крутизне склона 0,5°—1,5°. Новосильская опытная овражная станция для центральной части лесостепной зоны установила следующие градации средних уклонов пахотных склонов для характеристики степеней эрозии:

„1. Районы сильной эрозии обычно имеют средний уклон пахотных (забровочных) склонов не менее 0,03 (2° В. Ж.). После вырубki леса берега и дно лощин подвергаются сильному размыву.

2. Районы средней силы эрозии характеризуются уклоном пахотных склонов в среднем 0,025—0,03 (1,5°—2°). При вырубке леса по берегам лощин наблюдаются только донные размывы; береговые промоины обычно не создаются.

3. Районы слабо эродированные имеют средний уклон пахотных склонов меньше 0,025 (1,5°). Береговой и донный размыв даже при отсутствии леса обычно отсутствует; наблюдается незначительный смыв“ (Г. А. Харитонов, 32 и 33).

К этому добавим, что американцы под влиянием бедствий, причиняемых эрозией почв, рекомендуют (теоретически) применять с 3° крутизны склонов террасирование, а с 6° рекомендуют оставлять территории под лесом. Напомним также, что на склонах небольшой крутизны травопольная система земледелия с ее совокупностью полевого и лугового севооборотов, обеспечивающих структурное состояние почвы, создает необходимые условия устойчивого водного режима почвы и страны. С другой стороны, по исследованиям ВИМЭ, на склонах круче 6° пока не могут иметь широкого применения трак-

торные работы, а террасирование склонов эффективно лишь до крутизны 20°.

В результате специальных исследований механизации закладки террас Ю. К. Киртбая (34) пишет: „Экономическая целесообразность террасирования крутых склонов (свыше 20°), вследствие очень большого объема земляных работ, весьма сомнительна“.

Приведенные положения позволяют расчитать каждый водосбор на зоны с различной крутизной склонов.

В зонах водосбора с крутизной склонов до 3—5° эффективное полеводство и луговое хозяйство, повидимому, может быть обеспечено комплексом агротехнических мероприятий без сложных гидротехнических сооружений по борьбе с эрозией почв и с использованием леса лишь в форме узких полевых защитных полос.

В зонах водосбора с крутизной склонов от 4—6° до 15—20° эффективное полеводство требует наряду с агротехническими мероприятиями применения террасирования склонов и использования леса в форме более широких противоэрозионных полос — водопоглотителей.

В зонах с крутизной склонов 16—21° и выше лежат те „водораздельные пространства“, на которых согласно учения В. Р. Вильямса в целях производительного труда должно поддерживаться „природное лесное угодье“ — лесные массивы.

Вышеприведенная схема была нами построена для высших показателей границ использования леса в борьбе за „овладение водным режимом почвы и страны“ в форме узких полевых защитных полос (до 5°), более широких противоэрозионных полос и полос водопоглотителей (от 6° до 20°) и лесных массивов (21° и >). Она сохраняет свое значение для горных областей. Используя новейшие данные методологии расчета стока проф. М. Ф. Срибного и, в частности, его данные зависимости стока от водопопитывания 12 классов почвогрунтов и 10 классов рельефа, характеризующихся им по средней крутизне склонов, а также работы С. С. Соболева, И. И. Бойко, Г. А. Харитонова и др., мы приводим ниже (см. стр. 95) схему влияния леса на поверхностный сток для низших показателей указанных трех границ (до 3°, от 4 до 15° и 16° и >). Она, повидимому, будет более отвечать условиям равнинных областей. Здесь же отметим, что для практических целей мы считаем вполне возможным составление по принципам нашей схемы местных оценок с градациями склонов и почвогрунтов, наиболее отвечающим местным природным и экономическим условиям, как это, например, сделал В. Н. Быстров (35) для Баш. Л. О. С.

Все изложенное в этом разделе говорит за то, что природные факторы по их влиянию на водный баланс располагаются в следующий убывающий ряд: климат, рельеф, почва, растительность. В отношении возможного на данном этапе развития науки и техники преобразующего воздействия хозяйства они располагаются в обратной последовательности.

Все они в природе, конечно, тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены, но степень этой взаимозависимости различна.

Задаваясь в конечном итоге целью типизации условий, от которых будет зависеть водный баланс, мы полагаем, что на основании тесной связи между рельефом и почвой вообще и обусловленным ими водным режимом местности в частности и в особенности, могут быть выделены в пределах однородных климатических районов по

совокупности ведущих признаков рельефа и почв однородные типы местностей. Таким образом, водный режим любой территории со стороны природных факторов будет зависеть от принадлежности к тому либо другому климатическому району, в пределах последнего — от типа местности и в пределах типа местности — от характера растительного покрова.

Растительный покров, сам находясь в зависимости от климата и типа местности, будет различно влиять на водный баланс в первую очередь в зависимости от произрастания в том или ином климатическом районе, в пределах последнего — в зависимости от произрастания в том или ином типе местности и лишь в последнюю очередь — в зависимости от тех или иных своих внутренних особенностей.

III. Влияние леса на изменение водного баланса

Общие положения. Отличительные свойства леса как типа растительности определяют его влияние на водный баланс. Образующие его многолетние деревянистые растения — деревья — отличаются прежде всего своим многолетним существованием и достигаемыми размерами как надземных, так и подземных органов. В процессе длительной борьбы за существование деревьев в лесу и динамики развития отдельных органов деревьев в климатических условиях наших широт, в лесу происходит накопление, так называемого, лесного опада. Эти три его основных отличительных свойства и определяют специфику водного режима под пологом леса. „Влияние леса на водный режим занимаемой им территории, — пишет акад. В. Р. Вильямс, — складывается из трех моментов: влияния совокупности наземных частей растений, слагающих группировку, влияния лесной подстилки и влияния совокупности корневых систем деревьев“. Такое же указание мы находим у Энглера (36), который говорит, что влияние леса на водный режим складывается в трех горизонтах: в области крон — „зонтик“, в области подстилки „губка“ и в области почвы — „дренаж“. Конечно, все эти три основных сферы воздействия находятся в неразрывной связи и взаимодействии и отрывать их нельзя, но для удобства анализа мы считаем целесообразным принять именно такой порядок изложения: сначала рассмотреть влияние надземных органов, затем влияние лесной почвы и, наконец, подземных органов растений как водорегулирующих факторов. После этого будет легче сделать обобщение — установить общее влияние леса на водный баланс и дать определение водоохранного леса.

Надземные органы растений как водорегулирующий фактор. С надземными органами растений связано изменение микроклимата. „Путем накопления элементы микроклимата должны привести и к изменениям климата“ (В. Р. Вильямс).

В связи с изменением микроклимата надземными органами растений они оказывают в первую очередь влияние на приходную часть водного баланса — осадки, а из расходных элементов — на физическое и физиологическое испарение. На сток они оказывают косвенное влияние. Это косвенное влияние особенно резко проявляется на стоке талых вод, который зависит от снегоотложения, снеготаяния, промерзания и оттаивания почвы, в свою очередь зависящих от формы и строения надземных органов растений, слагающих данную растительную группировку и от ее густоты.

Влияние леса на климатические элементы в последние годы получило освещение в ряде работ (Г. Н. Высоцкий, М. Е. Ткаченко,

Л. С. Берг, Р. Гейгер, В. Н. Короткевич, В. А. Бодров и др.) и освещается в публикуемой в данном томе Трудов БЛХИ работе нашего ближайшего сотрудника доцента М. И. Сахарова „Фитоклиматы лесных фитоценозов“. Поэтому мы ограничимся лишь схематическим изложением некоторых закономерностей, необходимых нам для обоснования наших оценок влияния леса на водный баланс.

А. Влияние леса на осадки проявляется в следующем:

I. Образую огромную охлаждающую поверхность своими надземными органами, лес способствует конденсации паров воды, увеличивая выпадение так наз. горизонтальных осадков, особенно в горных странах.

II. Лес оказывает существенное влияние на достижение вертикальными осадками почвы.

1. Это влияние (п. II) тем больше, чем меньше интенсивность осадков.

2. Влияние самого леса на количество достигающих почвы осадков одинаковой интенсивности зависит от а) характера олистения, б) густоты древостоя, в) возраста древостоя и г) ярусности (наличия вторых ярусов, подлеска и травяного покрова).

По густоте олистения и сезонной динамике развития листовых органов древесные породы можно объединить в три группы — зимне-голых, сосновых и темнохвойных. На основании исследований достижения осадками почвы под пологом отдельных пород (Гоппе, Нестерова, Сахарова и др.) вышеприведенные группы пород располагаются в следующий убывающий ряд: зимнеголые, сосновые, темнохвойные. В отношении влияния густоты древостоя можно расположить в следующий убывающий ряд: редкостойные с полнотой ниже 0,5, среднеполнотные — 0,5—0,7 и густые с полнотой 0,8—1,0. В отношении возраста минимум осадков, достигающих почвы, приходится на возраст кульминации прироста по массе, точнее в период максимального образования хворостяной массы — ветвей. В обе стороны от этого возраста количество достигающих почвы осадков возрастает. Влияние ярусности совершенно не изучено. По данным исследований В. П. Лохова густой и средней густоты подлесок может задержать примерно $\frac{1}{10}$ часть осадков, задерживаемых пологом соснового леса.

Представление о количестве задержанных осадков лесом и другими видами растительного покрова дает следующее сопоставление данных Гоппе и В. И. Рутковского (37). Последний на Тосненской опытной станции для установления влияния травяного и мохового покрова применял метод дождевания.

Т а б л и ц а 7

Задержание осадков в % %

Осадки м. м.	По данным Гоппе			По данным Рутковского полевая растительность, травяной и луговой покровы.
	Еловые	Сосновые	Буковые	
20	24	8	10	21
20—15	31	25	13	14—25
15—10	44	23	19	—
10—5	57	38	24	45
5	71	49	28	42—100

На основании этого сопоставления В. И. Рутковский пришел к выводу, что „луговая растительность задерживает на своей поверхности и испаряет обратно в атмосферу много больше листовых лесов, больше сосновых и несколько меньше еловых“.

Это положение подтверждается и более ранними данными работы О. Ю. Адеркас, которая на основании трехлетних лизиметрических исследований нашла, что под травяным покровом в среднем просачивается в почву 27—33% выпавших осадков, а испаряется таким образом 73—67%.

Ведущими факторами, определяющими достижение осадками почвы в лесу, можно считать интенсивность осадков, а из свойств самого леса — характер олистения и густоту древостоя.

В. Влияние леса на расход воды на физическое испарение с поверхности растений и почвы будет находиться в основном в зависимости от тех же свойств леса, что и достижение осадками почвы.

При этом испарение с поверхности почвы обнаруживает те же зависимости, что и достижение осадками почвы, а испарение с поверхности растений — обратные.

Мнения различных исследователей сходятся в том, что почва в лесу испаряет с поверхности меньше, чем почва поля.

Пониженная летом температура почвы и воздуха, меньший дефицит влажности воздуха, ослабленная сила ветра вместе с двойной защитой почвы пологом деревьев и подстилкой способствуют уменьшению испарения в лесу влаги с лесной почвы. По данным Эбермайера лесной покров уменьшает испарение с почвы до 61%, а вместе с подстилкой доводит это уменьшение до 85%.

Представление о величине испарения с поверхности почвы, покрытой различными покровами, можно составить по данным исследования проф. В. Н. Оболенского (38) в лесном парке ЛЛТА за июнь — сентябрь:

Т а б л и ц а 8

Испарение с разных поверхностей почв	Величина испарения		Испарение разного рода подстилок	Величина испарения	
	мм	в %		мм	в %
Почва с травой	296,3	100	Почвы с травой	296,3	100
„ с овсом	303,1	102	„ с листьями	177,2	60
„ с дубками	216,6	73	„ с хвоей	159,4	54
„ с сосенками	202,1	68	„ со мхом	173,6	59
„ с елками	174,5	59	Песчаная почва	173,2	58

За это же время открытая песчаная почва и водная поверхность испарили — первая 173,2 мм (или 59% от почвы с травой) и вторая — 284,7 мм (96%).

В годы нормальной влажности по данным Васильева, полученным в результате стационарных исследований Волжско-Камской экспедиции Почвенного института Академии Наук под руководством А. А. Роде, испарение в лесу составляет около 45% от осадков (без учета транспирации древесных), в то время как в условиях черного пара оно составляет около 65% от осадков, а в условиях суходольного луга около 85%, причем в последнем случае это относится к сумме испарения и транспирации (А. А. Роде, 39).

Ведущими факторами, определяющими расход воды на физическое испарение в лесу, по видимому, будут температура воздуха и дефицит влажности воздуха, а из свойств самого леса — густота древостой и характер олистения.

В. Влияние леса на расход воды на физиологическое (транспирационное) и парение. Физиологическое испарение, как и физическое испарение, зависит от климатических элементов: температуры и влажности воздуха и ветра. Комплексным выразителем условий испарения, как известно, является дефицит влажности воздуха. Новейшие данные учета транспирации говорят о высокой корреляционной связи „почти функциональной зависимости транспирации от среднесуточного хода ее основного метеорологического фактора — дефицита влажности воздуха“ (Шилко, 40).

Влияние самого леса на расход воды на физиологическое испарение зависит от: а) продуктивности, б) видового состава, в) густоты, г) возраста и д) ярусности (наличия вторых ярусов, подлеска и травяного покрова).

В отношении продуктивности леса или накопления растительной массы, отображающей весь комплекс прямодействующих экологических факторов, зависимость ясна: чем выше продуктивность, тем выше при прочих равных условиях расход воды на транспирацию. Для характеристики продуктивности, условно обозначающейся классами бонитета, мы в данной работе примем три градации: I бон. и выше — высокая продуктивность, II и III бон. — средняя продуктивность и IV бонит. и ниже — низкая продуктивность. По характеру олистения — густоте и сезонной динамике развития листовых органов — группы пород в отношении транспирации располагаются в следующий убывающий ряд: темнохвойные, зимнеголые, сосновые. По густоте древостой расположатся в следующий убывающий ряд: высокополнотные — с полнотой 0,8—1,0, среднеполнотные — с полнотой 0,5—0,7 и редкостойные — с полнотой ниже 0,5.

Возраст и выраженность ярусов при учете общей продуктивности существенного значения иметь не могут.

Существует распространяемое мнение, что лес расходует влаги на транспирационное испарение больше, чем поле и луг.

В подтверждение этого положения обычно приводятся не данные непосредственного учета транспирации, а косвенные доказательства: 1) что лес продуцирует больше органической массы, чем поле и луг или 2) что лес сильнее иссушает почву, чем поле и луг. Оба эти косвенных доказательства в свете новых данных не убедительны.

Распространенное в учебниках лесоводства (Г. Ф. Морозов, Учение о лесе; Н. С. Нестеров, Очерки по лесоведению и др.) утверждение, что лес „производит больше органической массы или работает более производительнее“ (100-летнее буковое насаждение в 3 раза больше, чем кормовые травы) неприемлемо для наших социалистических условий, где стахановцы из года в год повышают урожайность социалистических полей. Оно не отвечает в наших условиях даже средним урожаям, в чем легко убедиться, если сопоставить приводимые в наших современных курсах физиологии данные о количествах сухого вещества на 1 га для с/х культур и для леса. Так напр., проф. Л. А. Иванов приводит следующие данные: для свеклы и клевера — по 7800 кг, для пшеницы — 7410 кг и для кукурузы и лугового сена — по 7200 кг, а для прироста сухого вещества спелых древостоев I бонитета сосны, ели и березы — 5600

кг и лишь для дуба Воронежской области — 7700 кг. Наши подсчеты для сосняка-брусничника Брянского лесного массива II бон., 75 л., полн. 0,8 дают, включая вес корней, 6600 кг.

Второе утверждение, основанное на наблюдениях у нас П. В. Отоцкого, Храмова, Г. Ф. Морозова и Г. И. Высоцкого с его учениками и сотрудниками, Анри во Франции, Эбермайера в Баварии, Пирсона в Индии и др. и подтверждаемое, как говорит Г. И. Высоцкий, многочисленными наблюдениями, показывающими заболачивание северных „ровнядей“ после вырубki на них лесов и высушивание болот их облесением, не может, однако, претендовать на повсеместное применение. Изменение уровня грунтовых вод под лесом зависит от географической широты местности, высоты ее над уровнем моря, от количества и характера выпадающих осадков, рельефа, характера геологических напластований и их однородности и от характера фитоценозов, в частности состава древесных пород и характера развития их корневых систем и др. Можно привести массу примеров в доказательство как раз обратного положения, что уровень грунтовых вод в лесу стоит выше, чем вне леса. Это, по свидетельству М. Е. Ткаченко (41), подтверждается фактическим материалом исследований для равнинных тропиков в Британской Индии (Рибентроп), для горных местностей в Баварии (Гартман), для ряда районов нашего Союза (В. Иванов и Д. Сажин, Басов и др.) и для северных районов нашего Союза, где, как отмечает М. Е. Ткаченко, сам П. В. Отоцкий известный ему случай, „когда на севере, в б. Новгородской губ., в лесу „Задняя гарь“ уровень грунтовых вод стоял в 1902 г. выше, чем вне леса“, мог объяснить лишь „ненормально“ влажным годом“. Совершенно справедливо по этому поводу замечание проф. М. Е. Ткаченко: „...во-первых, для природы нет „ненормально“ влажных годов, и в дождливые периоды „ненормально“ дождливые и снежные годы могут захватить срок в 30 и более лет и тогда, следовательно, можно ожидать, что результаты, полученные в 1902 г. в „Задней гари“, из исключения станут для этой местности на весь этот период правилом. Во-вторых, если дело было в осадках, то в таком случае следовало сделать вывод о том, что в разные периоды уровни грунтовых вод в лесу могут испытывать колебания в различных направлениях и стоять то выше, то ниже, чем в поле“. Далее М. Е. Ткаченко приходит к заключению: „Во всяком случае вопрос о взаимоотношении между лесом и грунтовыми водами за пределами лесостепной полосы нельзя считать, на основании работ П. В. Отоцкого, окончательно решенным“.

С своей стороны мы полагаем, что этот вопрос нельзя считать окончательно решенным и для всех условий лесостепной полосы. Проф. Ф. П. Саваренский (24) пишет, что „выводы П. В. Отоцкого лишены убедительности в силу отсутствия целого ряда данных, а именно: при описаниях различных наблюдательных участков не приводится геологический разрез, из которого было бы видно, какая порода является водоносной, какая водоупорной и каков рельеф последней, т. е. какое направление имеет в данном месте грунтовый поток“. Проф. В. В. Цинзерлинг (42) весьма убедительно показал неудовлетворительность принятого Отоцким метода и что уровень воды в колодце на поле должен быть выше, чем в лесу, независимо от большего или меньшего расходования воды лесом, чем полем, а только в силу более высокой водопроницаемости лесных почв. Энглер, отмечая в числе недостатков исследований П. В. Отоцкого

и Г. Ф. Морозова отсутствие учета физических свойств почв и преувеличенное представление этих исследователей о ненормально большом испарении леса по сравнению с полем, объясняет со своей стороны понижение уровня грунтовых вод под лесом свойствами лесной почвы, пронизанной глубже ходами корней и более рыхлой. Повышение уровня грунтовых вод при сплошных лесосеках он связывает с уплотнением почвы и заилинием ходов корней. Проф. М. Е. Ткаченко (41) объясняет это явление большим накоплением снега на узких сплошных лесосеках, по сравнению с полем и лесом. Проф. Н. Н. Степанов (43) говорит: „Исследования Отоцкого в Шиповом лесу недавно проверены Г. Ф. Басовым на тех же местах. Оказалось, что понижение уровня грунтовых вод под лесом обязано дреназирующему действию долины близко протекающей р. Осереды. Лес, упоминаемый Отоцким, давно вырублен, но грунтовые воды на том месте, где он находился, стоят и теперь на том же уровне“. А. П. Малянов (44), считая, что общего решения по вопросу о влиянии леса на глубину залегания грунтовых вод в пределах равнин дать нельзя и указывая, что это решение будет зависеть от почвенно-геологических условий, отмечает, что эта сторона и не была достаточно учтена Отоцким.

В результате своих исследований в Московской области водно-воздушного режима почв в условиях сосняков и ельников-брусничников с относительно близким уровнем грунтовых вод (25 см. XI—162 см. VII—1935 г.) под пологом леса и на широких и узких лесосеках А. П. Малянов (44) подтвердил повышение уровня грунтовых вод на вырубках. Однако, в заключение он говорит: „Заболачивание почв после сплошных вырубок, являясь, в первую очередь, следствием создающегося неблагоприятного водно-воздушного режима в почве, может быть во многих случаях сильно ослаблено или совершенно устранено своевременным лесовозобновлением или (при сельско-хозяйственном пользовании) созданием мощных травостоев, по расходу влаги не уступающих лесу“. В этом, повидимому, все дело: что с чем сравнивать. Учитывая исключительные достижения агротехники в нашем Союзе, в частности возможность получать высокие и устойчивые урожаи на почвах с близкими корнедоушными грунтовыми водами (С. С. Соболев, 25), не следует переоценивать иссушающего влияния леса сравнениями с негативными примерами нерационального хозяйства. Тем более нельзя на этих отрицательных примерах обосновывать выводы о сбережении наших северных лесов от обширных вырубок.

Как ни слабо изучена транспирация, особенно древесных, все же она имеет за собой больший фактический материал, чем водный баланс почв.

Показатели весовых единиц воды, затраченных на образование одной такой же единицы сухого вещества, даже для одного и того же вида сильно колеблются. Поэтому акад. В. Р. Вильямс (30) отмечает, что „говорить о потребности в воде различных растений и о производительности их работы нужно вообще с большой осторожностью“.

Сопоставляя некоторые приводимые им транспирационные коэффициенты для сельско-хозяйственных растений с данными Генеля для древесных пород, мы видим, что, соблюдая рекомендуемую В. Р. Вильямсом осторожность, нельзя не признать для главнейших

лесообразующих пород более экономный расход воды на транспирационное испарение, чем у травянистых растений.

Пшеница	1650—235	Береза, липа	700—600
Люцерна	1354—520	Ясень, граб	600—500
Лен	1003—787	Бук	500—450
Луговые травы (по Ми- черлиху)	699—435	Клен	450—400
Рожь	724—377	Дуб	300—200
Овес	665—401	Ель, сосна	70—50
Картофель	448—281	Пихта	50—40

Еще более в этом убеждает сопоставление приводимых проф. А. М. Дмитриевым (47) данных об испарении 1 га травостоя многолетнего, преимущественно злакового луга при хорошем урожае в среднем 625 мм (500—750 мм) с соответствующими данными расхода на транспирационное испарение 1 га леса по данным Генеля, Элькерса, Бургера, Энглера и с данными новейшей американской сводки Рейбера (48)—около 300 мм. Иначе говоря, с 1 га лес в среднем расходует в 2 раза меньше воды на транспирационное испарение, чем луг.

Если принять во внимание, что данные всех этих исследователей либо относятся к районам с количеством осадков около 600 мм, либо перечислены на эту норму, то, повидимому, их можно принять и для большинства районов нашей лесной и лесостепной зоны.

Сообщаемые Рейбером данные новейших американских исследований весьма близки к общеизвестным данным Генеля-Элькерса о величине расхода воды на транспирационное испарение с 1 га древостоями главнейших древесных пород. Поэтому данные Генеля—Элькерса до сих пор остаются, как наиболее надежные, эталоном для сравнений данных научных исследований и основанием для практических расчетов. По данным Генеля—Элькерса древесные породы располагаются в следующий убывающий ряд: лиственница (252 мм), бук (245 мм), ель (222 мм), пихта (214 мм), береза (191 мм.), дуб (184 мм), ч. ольха (176 мм), осина (168 мм) и сосна (107 мм). Если исключить лиственницу и бук, виды которых, произрастающие в западной Европе, у нас имеют очень ограниченное распространение, то для наших главнейших лесообразующих древесных пород, объединенных в группу по характеру олистения, получится вышеприведенный убывающий ряд: темнохвойные (ель и пихта), зимнеголые (береза, дуб, черная ольха и осина) и сосновые.

Так как количество транспирируемой растениями воды является функцией накопления растительной массы, то представляет несомненный интерес приводимое Рейбером сопоставление расходов на транспирацию в мм на 1 га с годичным приростом на 1 га.

Годичный прирост м³ на 1 га: 1,42 2,83 5,66 14,16 28,32
Расход на транспирацию мм/га: 43,2 88,9 180,0 449,6 899,2.

Из этого сопоставления видно что, нарастание расходов воды на транспирационное испарение в зависимости от продуктивности древостоев имеет большее значение, чем изменения в видовом составе пород.

Если подсчитать соотношение продуктивности различных бонитетов древостоев из представителей вышеуказанных групп пород—темнохвойных (ели), зимнеголых (дуба) и сосновых и прокорректировать на эти соотношения данные Генеля—Элькерса, полученные для

100-летних древостоев этих пород для II бонитета, то получатся следующие показатели расхода на транспирацию на 1 га 100 летних полных древостоев.

Т а б л и ц а 9

	Темнохвойные (ель)	Зимнеголые (дуб)	Сосновые (сосна)
Высшей продуктивности, бонитет I и >	289	221	139
Средней „ II и III	222	184	107
Низшей „ IV и <	115	107	65

Изменение продуктивности древостоев в зависимости от изменения их полноты поведет к соответствующему изменению и в расходах воды на транспирационное испарение.

Г. Влияние леса на грунтовый сток будет зависеть от а) глубины залегания грунтовых вод, б) развития корневых систем и в) расхода воды на транспирационное испарение. Этот элемент водного баланса, как связанный в большей степени с корневыми системами, мы рассмотрим позже.

Д. Влияние леса на поверхностный сток дождевых и талых вод. Влияние леса на сток дождевых (ливневых) вод проявляется в большей степени со стороны лесной почвы и в частности лесной подстилки, а потому его мы рассмотрим позже. Влияние же леса на сток талых вод теснейшим образом связано с надземными органами растений-лесообразователей, оказывающими большое влияние на процессы снегонакопления, снеготаяния, промерзания и оттаивания почвы в лесу.

Ввиду исключительно большого значения влияния леса на эти взаимосвязанные явления, мы для них даем, конечно, не бесспорную, но обобщающую наши представления, более развернутую следующую схему.

1. На мощность и продолжительность снегового покрова влияют следующие основные факторы:

А. Климат. Общая закономерность для Европейской части СССР хорошо выражается изолиниями, показывающими десятикратное падение показателей в направлении с СВ к ЮЗ.

Б. Рельеф и экспозиция склонов. В оврагах, балках и других отрицательных элементах рельефа под действием ветра происходит накопление огромных количеств снега и таяние его западает в некоторых случаях до 2½ месяцев. С положительных элементов рельефа снег сдувается иногда полностью. При выраженном макрорельефе, защищенном от действия ветров, по указанию проф. Берга продолжительность снежного покрова удлиняется примерно на 4 дня по мере поднятия на 100 м. С южных экспозиций склонов снег сходит раньше.

В. Характер растительного покрова. Эту зависимость придется подробнее дифференцировать (о ней см. ниже).

Г. Ход погоды отдельных зим и весен. Особых пояснений не требует.

Д. Почвенные условия. Прямое влияние небольшое (различная теплопроводность и теплоемкость). Косвенное влияние на просачивание талых вод в почву, зависящее от механического состава почв и от их физических свойств и в связи с рельефом — большое.

Останавливаясь на зависимости рассматриваемых явлений от характера растительного покрова, прежде всего следует отметить большое непосредственное влияние его на регулирование снегоотложения и продолжительность снегового покрова и косвенное — на физические свойства почв, ход промерзания и оттаивания почвы, а стало быть и на сток талых вод. Лес, как наиболее развитый тип растительности, оказывает наибольшее влияние (прямое и косвенное) по сравнению с другими типами растительности.

По сравнению с другими типами растительности:

а) Мощность снега в лесу меньше. Имеющиеся противоречия объясняются методикой исследования — сравнениями мощности снегового покрова в лесу, где он защищен от действия ветра, с открытым действием ветра полев.

б) Снег в лесу отлагается равномернее. Это относится к участкам внутри лесного массива, защищенным от действия ветра. По лесным опушкам (особенно закрытым), на лесосеках сплошных рубок и на прогалинах, а также на межполосных пространствах при степном лесоразведении происходит накопление снега вблизи стен леса.

в) Снег в лесу более рыхлый и содержание воды в нем меньше. Этот вывод, согласуясь с данными Казанского и Брянского опытных лесничеств и др., противоречит средним данным за пятилетие (1910—1915 гг.) по Шиповскому опытному лесничеству, данным проф. А. Д. Дубаха и др. Наш вывод обосновывается тем, что в лесу снежинки не переносятся ветром, не деформируются, снег предохраняется от солнечных лучей и теплых ветров, вызывающих уплотнение поверхности снегового покрова на открытых площадях, он задерживается кронами, стеблями и другими частями растений, вследствие чего ложится более рыхлым слоем и содержит меньшее количество воды.

г) Снег в лесу тает медленнее и лежит дольше. Это положение, как будто, не вызывает возражений, но сроки, на которые запаздывает сход снега в лесу, сильно варьируют: по данным М. И. Сахарова (49, 50) для Казанского опытного лесничества — от 3 до 21 дня, по данным проф. А. Д. Дубаха (51) в среднем для центра европейской части СССР — на 16 дней, по данным Мужена для Савои — от 15 до 45 дней.

д) Ход снегоотложения и снеготаяния в лесу протекает различно в зависимости от условий, указанных в п. п. I—A, Б, В, Д и от свойств самого леса, располагающихся в следующий ряд по убывающему (не бесспорно) их значению.

1. Господство пород:

а) Лиственных (лучше зимнеголых, включающих и лиственницу). Мощность снегового покрова и запасы воды в лиственных древостоях больше, чем в хвойных, но снеготаяние происходит быстрее и снег сходит раньше. Проф. А. Бюлер указывает на возможность обратной зависимости в сроках схода снега.

б) Хвойных. Обратная закономерность с п. а, более сильно выраженная у темнохвойных, чем у сосновых.

2) Тип лесного фитоценоза. Помимо указанной в п. 1 зависимости от состава (лиственных и хвойных) пород, следует отметить, что примесь темнохвойных (густокронных) хвойных пород (ели, пихты) уменьшает мощность снегового покрова и удлиняет

(в противоречии с данными проф. А. Бюлера) срок снеготаяния. Мощность снегового покрова и особенно запас воды в чистых и простых сосняках больше, чем в смешанных и сложных с участием ели и даже липы. Кустарниковый и травяной ярусы и весь комплекс образуемых лесным фитоценозом факторов среды должен оказывать весьма существенное влияние на мощность и продолжительность снегового покрова, но пока оно остается неизученным.

3) **Сомкнутость полога.** Мощность снегового покрова и запасы воды в древостоях средних полнот больше, чем в высокополнотных, в окнах больше, чем под кронами. В окнах и прогалинах снег сходит раньше. В отношении последних существует противоречия о более раннем или позднем сходе снега, вызываемые, повидимому, величиной окон и прогалин, связанных с доступом ветров, а возможно и с влиянием на ход снеготаяния дождей.

4) **Возраст древостоя.** В отношении сосняков в Казанском и Брянском опытном лесничествах наблюдается, что мощность снегового покрова и запас воды больше в молодняках, меньше всего в жердняках, спелые занимают промежуточное положение.

По вопросу о времени схода снега в древостоях различного возраста материал противоречив и недостаточен для обобщений.

II. На промерзание почвы влияют следующие основные факторы:

А. **Климат.** Чем ниже средняя температура воздуха зимы и чем меньше мощность снегового покрова, тем больше глубина промерзания почвы.

Б. **Ход погоды** данной осени и зимы. Сильные морозы осенью до выпадения снега значительно увеличивают глубину промерзания почвы. В зимнее время промерзание почвы зависит от мощности снегового покрова. Тонкий слой снега при сильных морозах зимой способствует увеличению глубины промерзания. Чем толще и рыхлее слой снега зимой, тем промерзание почвы меньше и наоборот.

В. **Рельеф.** Резкое изменение в мощности снегового покрова в зависимости от рельефа вызывает соответствующие изменения и в глубине промерзания — больше на положительных и меньше на отрицательных элементах рельефа.

Г. **Почва.** С изменением физико-химических свойств почвы меняются ее тепловые свойства, отсюда и промерзаемость. Глубже всего промерзают глинистые и суглинистые почвы, меньше супесчаные, еще меньше песчаные и менее всего сухой торф. Почвы свежие промерзают сильнее, чем сухие, а почвы избыточного увлажнения промерзают меньше, чем влажные.

Д. **Характер растительного покрова** и образуемого им опада — подстилки. Чем более развит растительный покров и чем более он способствует отложению мощного и рыхлого снегового покрова, тем лучше предохраняет он почву от промерзания. Чем больше слой рыхлой и сухой подстилки, тем лучше предохраняет он почву от промерзания.

Лес, уменьшая лучеиспускание почвы и согласно положений I В, б, в и отчасти г, лучше других типов растительности предохраняет почву от промерзания.

а) **Промерзание почвы в лесу** протекает различно в зависимости от условий, указанных в п. п. I и II А, Б, В и Г и от

свойств самого леса, располагающихся в следующий ряд по убывающему (не бесспорно) их значению:

1) Господство пород:

а) Лиственных (лучше зимнеголых, включающих и лиственницу). Глубина промерзания меньше, чем у хвойных, что объясняется большей мощностью снегового покрова и лучшими свойствами лесной подстилки. При промерзании почвы до выпадения снега и при сильных морозах зимой (особенно малоснежной) возможна и обратная закономерность.

б) Хвойных. Закономерности обратные п. а, более сильно выраженные у темнохвойных, чем у сосновых.

в) Оттаивание почвы в лесу зависит от тех же факторов, что и промерзание. Следует лишь иметь в виду исследование проф. Н. А. Качинского (52), установившего различные типы разморзания почвы. В лесу, за исключением районов вечной мерзлоты, почва оттаивает вообще раньше и преимущественно снизу, часто в середине зимы.

г) Тип лесного фитоценоза. Глубина промерзания в смешанных и сложных высокой продуктивности типах леса меньше, чем в чистых и простых и низкой продуктивности. Глубина промерзания при одних и тех же почвенных условиях (п. П Г) и господстве пород (п. а, 1), будет зависеть от мощности и рыхлости снегового покрова (п. I В, Д, 2) и от свойств лесной подстилки (п. П Д).

д) Сомкнутость полога и 4) Возраст древостоя за недостатком материала могут быть оценены в соответствии с п. п. I В, д, 3 и 4 и П. Д. Ступенчатая сомкнутость полога при полноте не ниже 0,5 и возраст кульминации прироста по массе, повидимому, будут обеспечивать меньшее промерзание почвы.

III. На основании систематизированного в п. п. I и II материала могут быть сделаны следующие выводы о влиянии снеготаяния, снеготаяния и промерзания почвы в лесу на сток.

а) Наличие сплошь покрытых лесными массивами водосборов уменьшает запасы снеговой воды, поступающей в реки. Вырубка леса должна увеличить запасы снеговой воды в водосборе на величину, равную содержанию воды в испаряющемся снеге, задержанном древесным пологом.

б) При желании увеличить запасы снеговой воды в том либо другом водосборе необходимо покрыть его сетью узких лесных полос (5—20 м.) с пространствами, свободными от леса. Эта потребность возрастает для европейской части СССР в направлении уменьшения мощности и сокращения продолжительности снегового покрова; в равнинах она тем больше, чем большей силы и частоты ветры в зимний период и чем резче выражен мезорельеф.

в) Водорегулирующие свойства леса: 1) уменьшение запаса снеговой воды, 2) увеличение периода снегового покрова в лесу и 3) обеспечение лучшего просачивания снеговой воды в менее промерзшую и раньше оттаявшую лесную почву оказывают различное, то положительное, то отрицательное влияние на сток талых вод.

Распределяя сплошные массивы в бассейнах рек, текущих с С на Ю., в верховьях, можно дольше поддерживать расход воды в реках на более высоком уровне, выгодном для навигации, сплава и других хозяйственных целей, а сосредоточивая их в низовьях, можно вызвать совпадение поступления талых вод с полей верховьев и из лесов низовьев и вызвать пик — причинить убытки от наводнений.

Для рек, текущих в направлении с Ю. на С. — обратное соотношение (проф. А. Д. Дубах).

Чем резче выражен поверхностный сток талых вод, тем водорегулирующее значение леса больше.

Разрушительный поверхностный сток талых вод возрастает с продвижением с С. на Ю. и повышением континентальности климата на В. (наступление более дружной весны — более бурное снеготаяние). Он возрастает с повышением угла наклона местности и с уменьшением водопроницаемости почвы.

При отсутствии поверхностного стока талых вод или при слабых степенях его проявления на гидрологическом режиме будет сказываться отрицательная роль сплошных лесных массивов, уменьшающих запасы снеговой воды (п. п. III а и б).

Надлежащим размещением лесов по лесорастительным районам, а в пределах их по типам местностей, отличающихся различным проявлением поверхностного стока, можно и должно регулировать сток талых вод.

Влияние леса на поверхностный сток в районах вечной мерзлоты будет отрицательным, особенно в районах с малым количеством снеговых осадков, так как почва, в силу задержания снега пологом леса и отенения ее пологом леса весной, будет слабее оттаивать и сток будет протекать по мерзлой, водонепроницаемой почве.

Вне районов вечной мерзлоты влияние леса на сток талых вод прежде всего будет зависеть от количества выпадающих осадков в времени их выпадения (на талую или на промерзшую почву). В районах с малым количеством снеговых осадков влияние лесных массивов на сток талых вод двоякое и противоположное: с одной стороны оно отрицательно, так как полог леса задерживает и без того малое количество снеговых осадков, с другой стороны — районы с малым количеством снеговых осадков страдают от свободного передвижения их при сдувании в отрицательные элементы рельефа. Лес и лесные полосы, как известно, этому препятствуют. Лучшее решение вопроса — узкие снегораспределительные полосы. Если же по экономическим соображениям в том либо другом районе будет признано целесообразным массивное лесоразведение, то для отдельных мелких бассейнов с точки зрения улучшения влияния леса на сток талых вод, повидимому, будет наиболее подходящей средняя лесистость этих бассейнов (около 30%). Размещение лесов в бассейне в этом случае лучше всего проводить по схеме акад. Г. Н. Высоцкого с культурой зимнеголых пород.

В районах с большой мощностью снегового покрова (средней многолетней больше 50 см.) также следует учитывать двоякое влияние леса. Имея в виду морозность зим в этих районах и выпадение глубоких снегов после глубокого промерзания почвы, следует учитывать, что сток здесь будет протекать по мерзлой почве и в лесу и основная положительная роль леса по переводу поверхностного стока во внутренний проявляться не будет.

При высоком проценте лесистости положительное влияние леса на растягивание сроков снеготаяния в лесу по сравнению с открытыми площадями будет оказывать значительно меньшее положительное влияние и в конечном результате положительная роль леса может перейти в свою противоположность — стать отрицательной. Лучшим решением вопроса с нашей точки зрения является средний процент лесистости (около 30%). Размещение лесов в бассейнах лучше всего

производить по схеме проф. А. Д. Дубаха с оставлением под лесом крутосклонов и южных экспозиций покатых (от 6° и >) склонов, непригодных для тракторной обработки полей и опасных в отношении развития эрозии.

В районах со средней мощностью снегового покрова влияние леса на сток талых вод будет явно положительным. В этих районах, как переходных от первых ко вторым, более детализированная оценка влияния леса должна производиться с учетом соображений, изложенных выше как для первого, так и для второго районов. В общем и для этих условий лучше средняя (оптимальная) лесистость.

На основании работ проф. А. Д. Дубаха, работы В. А. Троицкого и др. может быть обоснована оптимальная лесистость бассейна рек, дающая более растянутый и спокойный весенний паводок. Из их

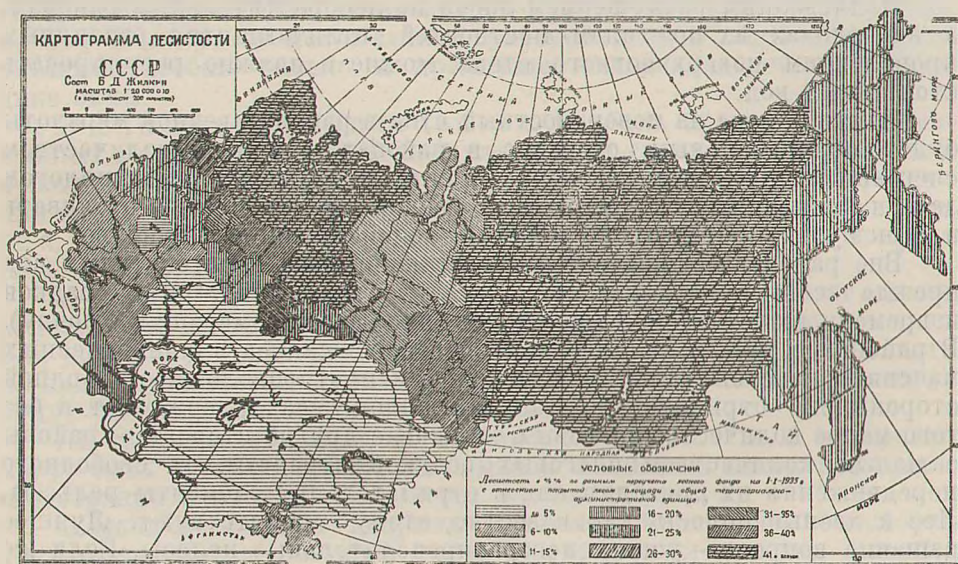


Рис. 10

схем вытекает, что таковой лесистостью будет лесистость 20—40% (облесение до 50% северной половины бассейна и боков долины, облесение сильно прогреваемых экспозиций склонов). Этот показатель оптимальной лесистости бассейна совпадает с указаниями и ряда других источников. По проф. Ивашкевичу он составляет 20—25%, по данным Московской водоохранной экспедиции 22%, по французским данным 19% (Бюфо), по американским 30% (по Зону и Спергоуку) и 35% (по „Национальному плану лесного хозяйства Америки“). Таким образом, оптимальным процентом лесистости в отношении регулирования стока талых вод, очевидно, следует признать лесистость в пределах от 20 до 40%. Лесистость выше 40%, встречающаяся, как правило, в северных районах (см. картограмму лесистости рис. 10) при малой актуальности снижения пика паводков следует рассматривать как нежелательную, сильно снижающую расход воды на сток талых вод. Тем более она будет вредной на юге. Лесистость менее 20% в большинстве случаев, повидимому, будет недостаточной для полного перевода поверхностного стока талых вод в грунтовый сток.

Общего решения, относящегося к выбору пород с учетом влияния на сток талых вод, быть не может вне решения основного вопроса: за что бороться — за воду или с водой. При борьбе с водой (с наводнениями) бесспорен убывающий ряд по значимости: темнохвойные, сосновые, зимнеголые. При борьбе за воду (что для наших условий имеет большее практическое значение) — обратная закономерность. Для большинства условий лучше смешанные леса.

Лесная почва как водорегулирующий фактор. Наряду с изменениями лесом климатических факторов, оказывающих влияние на водный баланс, лес оказывает большое влияние на изменение водных свойств почвы. У леса наблюдается своя специфическая водозапасающая способность. От нее зависят как продуктивность самого леса, так и важнейшие элементы водного баланса зрелой лесом территории: грунтовый и поверхностный сток и связанная с последним эрозия почвы.

Водозапасающая способность почвы тем больше, чем больше ее влагоемкость, водопроницаемость и водопроводимость и чем меньше водоиспаряемость. На все эти водные свойства почвы, а стало быть и на водозапасающую способность почвы, лес воздействует двумя путями: а) созданием особого только ему присущего почвенного горизонта A_0 — лесной подстилки и б) изменением общей и капиллярной скважности, благодаря структурообразующему воздействию его подземных органов, лесному эдафону, воздействию продуктов разложения отпада и др. его компонентов. Ведущая роль, очевидно, принадлежит подстилке и корневым системам древесных пород.

Установленные в свое время датским ученым Мюллером (1887 г.) три основных типа лесных подстилок, до сих пор удерживающиеся для классификации подстилок, повидимому, могут служить для ориентировочной оценки их водных свойств.

1. Грубый гумус (Rohhumus), иначе называемый кислым гумусом (Sauerhumus), сухой торф (Trockentorf). Он представляет собой часто очень мощную подстилку (напр., в типах леса ельника и сосняка долгомошника), резко отграниченную от минерального слоя, плотно слежавшуюся, войлочную, пружинящую, спаянную мицелием, переплетенную корневищами (вересковых) и корнями. Несмотря на значительный возраст отпада, разложение его продвинулось настолько мало, что происхождение отпада легко определить невооруженным глазом по мало изменившимся растительным остаткам.

2. Мягкий гумус, сладкий гумус (Mull, milder Humus). Мало-мощная подстилка, состоящая в основном из отпада последнего года, так что к концу лета происхождение основной массы органического вещества уже не может быть определено даже вооруженным глазом.

3. Переходный гумус, трухлявый гумус (Moder) является переходным от первого ко второму. Отличается от первого рыхлостью, меньшей спаянностью мицелием, никогда не достигает такой мощности, как первый. Возраст отпада выражается небольшим числом лет. Происхождение значительной части растительных остатков может быть определено только вооруженным глазом. Отграниченность от минерального слоя не резкая.

Мягкий гумус характерен для смешанных лиственных лесов на богатых хорошо дренированных почвах. Он чаще встречается в

морском теплом и влажном климате. Грубый гумус, в противоположность мягкому, развивается в условиях неблагоприятного разложения опада, пониженной активности гумификатов, отсутствия дождевых червей. В наших условиях он приурочен, главным образом, к районам с континентальным климатом избыточного увлажнения, а также к влажным кислым почвам других районов, к чистым густым хвойным насаждениям.

Переходный гумус (Moder) характерен для большинства наших лиственных и для более продуктивных хвойных лесов.

Используя данные исследований подстилок А. П. Малянова (44—46) по Брянскому лесному массиву и привязывая их к указанным трем типам подстилок, приводим в таблице 10 характеристику их водных свойств.

Таблица 10

Тип подстилки	Тип леса	Колич. подстилки т/га	Средн. мощность см.	Водопроницаемость,	Влагоемкость		
					В мм водного столба	Объемная в %	На 100 абс. сух. массы подстил.
Мягкий гумус (модер приближающийся к муллю)	Сосняк липовый.	—	3,6	616	18	50	645
Модер	Сосняк-брусничник.	38	4,2	139	23	54	619
Грубый гумус	Сосняк-долгомошник	110	9,1	43	58	64	533

Нормальная лесная подстилка (мягкий и переходный гумус) характеризуется положительными водными свойствами. К моменту образования поверхностного стока она значительно повышает количество удерживаемой ею воды и тем самым ослабляет поверхностный сток и связанную с ним эрозию почвы. Акад. В. Р. Вильямс отмечает, что ступателное движение воды по уклону рельефа на покрытой лесной подстилкой поверхности будет „крайне медленно в результате колоссального сопротивления, которое встретит ток воды в виде силы прилипания и трения о бесчисленные элементы подстилки, лежащие на его пути“. Далее он пишет: „В продолжение этого медленного движения вода будет иметь возможность впитываться в волосные промежутки почвы независимо от скорости ее волосной передачи, так как срок нахождения капельно-жидкой воды на поверхности почвы очень продолжителен. Поэтому запас воды, который может этим путем сделать почва, будет очень велик.

Вследствие той же медленности движения воды по поверхности почвы, она в большом количестве попадает в неволосные промежутки и в сеть трещин рыхляковой породы и таким образом обеспечивает питание грунтовой и почвенной воды...“.

„Количество капельно-жидкой воды, оставшееся в лесном войлоке, за покрытием этих расходов, медленно стекает по уклону рельефа в тальвеги, питая многочисленные лесные ручьи. Наблюдения показывают, что питание этих ручьев очень равномерно в течение всего года“.

„Образование стремительных делювиальных потоков на покрытой лесной подстилкой поверхности не осуществимо.

На этом свойстве основано защитное влияние лесных группировок даже на крутых горных склонах. Только лесное насаждение в состоянии предотвратить эрозию, т. е. размыв и снесение почвы с горных склонов“.

К этому следует добавить, что лесная подстилка предотвращает или ослабляет эрозию почвы, вследствие защиты почвы от непосредственного воздействия осадков и в частности от заиления почвы. Это последнее влияние подстилки особенно убедительно доказали исследования Лаудермилка, а у нас проф. И. И. Рошина (53).

По исследованиям Лаудермилка при дождевании в 25 мм в час продолжительностью от $\frac{1}{2}$ до 8 часов на склоне 17° поверхностный сток на почве обнаженной от подстилки был в 3—16 раз больше, чем на почве с ненарушенной подстилкой.

Проф. И. И. Рошин (54) в результате своих исследований на Нухинской опытной станции (Азербайджан) пришел к следующему выводу: „Даже на исключительно легко проницаемых почвах уничтожение подстилки вытаптыванием скотом, выжиганием, вырубкой леса, или каким-либо другим путем должно иметь последствием смывы почвы. При этом надо подчеркнуть, что интенсивность поверхностного стока и смыывания почвы должна значительно увеличиться в случаях обнажения от подстилки малопроницаемых мелкоземистых почв; здесь роль лесной подстилки будет еще более актуальной“.

Нормально развитая подстилка („мульч“ и „модер“) кроме того способствует структурообразованию, увеличивает порозность и относительную влагоемкость почвы.

Ряд неблагоприятных условий для разложения лесного опада приводит к его накоплению — образуется ненормально развитая лесная подстилка (грубый гумус). Под ее влиянием ухудшаются биологические, химические и физические свойства почв — происходит разрушение структуры, уменьшение водопроницаемости и влагоемкости. Этот тип подстилки характеризуется отрицательными свойствами и тем в большей степени, чем более мощно он развит и уплотнен. По нему может проходить поверхностный сток и на нем может застаиваться вода. От других типов подстилок он отличается плохой водопроницаемостью. При сильном развитии его высокая влагоемкость приводит к удержанию в себе почти полностью летних осадков (Н. Н. Степанов), а это в свою очередь может привести в областях с пониженным количеством осадков к недостатку воды в почве, а в областях с избыточным увлажнением к — консервированию массы органического вещества (Малянов). Это влечет ухудшение аэрации и дальнейшее ухудшение водного режима почвы и приводит к усилению процессов обесструктурирования почвы, к образованию мощных подзолов и ортшейновых прослоек, а затем и ортшейнового горизонта, на котором задерживается верховодка. Развивается процесс заболачивания. В результате всего этого резко ухудшаются как продуктивность самого леса, так и водные свойства почвы и водный баланс территории — ухудшается грунтовый сток. Водозапасающая способность леса в этом случае переходит из положительного явления в свою противоположность.

Образование того или иного типа подстилки зависит от климатического района, типа местности и от свойства самого леса. Из последних решающее значение имеют свойства лесного опада отдельных пород, состав, форма и густота лесных фитоценозов.

Главнейшие наши древесные и кустарниковые породы по их влиянию на образование подстилок можно расположить в следующие три группы:

1. Почвоулучшающие породы: белая акация, ольхи (особенно серая и зеленая), липа, клен, граб, ильмовые, ясень, дуб, бук, береза, тополя, лиственница, бузина, желтая акация, лещина, черемуха, калина, бересклет, рябина, жимолость, ивы.

2. Почвоухудшающие породы: ель, пихта, кедровая сосна, осина.

3. Промежуточные: сосна обыкновенная, веймутова сосна, крымская сосна, австрийская сосна, горная сосна, смолистая сосна, кедровый стланец. За немногим исключением и по этому признаку породы могут быть объединены в вышеприведенные группы по характеру олистения и расположены в следующий ряд: зимнеголые, сосновые и темнохвойные.

Помимо лесной подстилки на водозапасающую способность лесных почв оказывает большое влияние увеличение лесом скважности почвы. Это увеличение скважности почвы в лесу происходит за счет ряда воздействий леса на структурообразование почвы лесной подстилки, корневых систем, лесного эдафона и др. Значение структурообразования для водных свойств почвы известно из почвоведения. Значение некапиллярных полостей вскрыто исследованиями Н. А. Качинского, Бургера и др. „Эти образования, — говорит Н. А. Качинский, — вызывают буквальные провалы воды в почву“.

Представление о роли в этом отношении лесной фауны дает следующий пример. При проведении нами в 1935 г. с сотрудником кафедры Ю. П. Бялловичем опытов с интенсивным искусственным дождеванием в районе Брянска на склоне в 35° с легко суглинистой почвой под елово-лиственным жердняком коэффициент стока равнялся 40%. В тех же условиях, но при наличии кротовин — только 2,5%. Кроме того опыт с пуском струи из лейки без ситца показал, что кротовины поглощали почти все струи, подтекавшие к ним с расположенного выше, лишенного кротовин участка.

Тесную связь между почвой и корневой системой характеризует проф. Н. А. Качинский (55), говоря, что „Зная свойства почвы, можно предугадать характер развития корней и, наоборот, по корневой системе можно восстановить облик почвы“. Водорегулирующее значение подземных органов растений складывается из двух их воздействий: на структурообразование почвы и на изменение уровня грунтовых вод вследствие дессукации корней. Структурообразовательное воздействие на почву корневых систем древесных пород заключается в раздвигании ими почвы, сотрясении почвы корнями при раскачивании деревьев ветром, образовании многочисленных некапиллярных полостей на месте сгнивших корней и т. п. Конечно, на крупнозернистых (щебенистых, песчаных) почвах, всегда обладающих хорошей водопроницаемостью и вместе с тем бесструктурных, влияние леса в этом отношении будет минимальным. Наоборот, на тонкозернистых (суглинистых и глинистых) почвах оно будет максимальным. Различное влияние будет зависеть от усло-

вий местопроизрастания и свойств лесобразующих древесных пород с мощно и слабо развитой корневой системой, глубоко и мелко укореняющихся. Лучшие результаты, очевидно, дадут породы с наиболее развитыми корневыми системами.

Кроме того корневые системы служат путями притока и оттока влаги в почве и механическими скрепами почвы от разрушения ее эрозией.

Одним из первых наших ученых, обративших внимание на важность изучения подземных органов растений, был, как известно, акад. В. Р. Вильямс. В его трудах глубоко трактуется роль корней травянистых и древесных растений как важнейших почвообразователей и в частности регуляторов водного режима.

Развивая его идеи о типизации корневых систем и систематизируя литературные данные и данные своих личных и сотрудников наблюдений, мы следующим образом классифицируем древесные породы и некоторые травянистые формы по характеру строения и развития их корневых систем:

Древесные и кустарниковые породы по характеру укоренения и развития корневых систем подразделяются на 3 типа:

I тип: породы мелко-укореняющиеся (до 1 м) с развитыми горизонтальными корнями, использующие воды преимущественно верхних горизонтов почвы и перехватывающие воды осадков, гигрофиты и поверхностно-корневые ксерофиты. Сюда относятся ель, пихта на плотных почвах, осина, береза, ива, белая акация, сосна на заболоченных почвах, ясень пенсильванский, айлант, из кустарников — бересклет, лещина, жимолость, спирея.

II тип: породы средне-укореняющиеся (до 3 м). Корни развиты и в горизонтальном и в вертикальном направлениях. Они сильно ветвятся, используя воду как в верхних горизонтах почвы, так и воду, поднимающуюся по капиллярам из относительно неглубоких грунтовых вод. Преимущественно мезофиты и глубокоразветвленные корневые ксерофиты (по Г. И. Поплавской). Сюда относятся дуб, бук, липа, клен остролистный, ильмовые, ясень манчжурский, черная ольха, сосна при относительно близком залегании грунтовых вод и ель на хорошо дренированных почвах, из кустарников — желтая акация, бирючина, свидина, аморфа, орех манчжурский и серый.

III тип: породы глубоко-укореняющиеся (до 5 м.) и с развитым стержневым корнем или вертикальными корнями. Мало разветвленная, но очень глубоко идущая корневая система. Используется вода преимущественно относительно глубоко залегающих грунтовых вод. Грунтоводно-корневые ксерофиты (по Г. И. Поплавской). Сюда относятся сосна на свежих почвах с глубоким уровнем грунтовых вод, лиственница, дуб в засушливых районах, ясень обыкновенный, тополя канадский, китайский и бальзамический, шелковица белая, черный орех, фисташка.

Травянистые растения по развитию корней естественно делятся на следующие 5 типов:

1-й тип: очень мелкая корневая система: плотно-кустовые злаки с узлом кущения выше поверхности почвы и гигрофиты. У плотно-кустовых злаков побеги корневых развилок развиваются параллельно главному стеблю. Образуется плотный куст. Вызывая накопление органического вещества над почвой и создавая кочки, крайне затрудняющие сток атмосферной воды, они влекут заболачивание почвы — бо-лотную стадию дернового процесса (по В. Р. Вильямсу). Из плотно-

кустовых злаков часто у нас встречаются овсяница овечья, щучка, белоус и др. и из гигрофитов — ситник обыкновенный, чистяк и др.

2-й тип: мелкая и слабо развитая корневая система на сильно развитых и обильно ветвящихся корневищах, большей частью залегают в рыхлом мертвом покрове и в самом поверхностном слое почвы. Рабочая глубина корневой системы от 1 до 8 см, максимальная глубина от 10 до 15 см. Сюда относятся преимущественно типичные представители темнохвойных лесов: кисличка, седмичник, ветреница, колдун трава, трехцветный подмаренник, а также представители широколиственных лесов — копытень, вороний глаз, ветреница лютиковая, а также костяника и др.

Переходную группу к следующему типу с более развитыми корневищами составляют майник, грушанка, папоротник, ландыш и др.

3-й тип: средней глубины корневая система со значительным простиранием боковых корней или корневища. Рабочая глубина корневых систем до 10 см, максимальная глубина около 20 см, радиус распространения корней от 1 до 2 м. Сюда относятся представители сосново-еловых лесов, такие как брусника, черника, вереск, папоротник-орляк, кипрей, корневищевые злаки, перловник поникший, вейник наземный, трясунка, белая полевица, зубровка, мятлик луговой и типичные представители дубрав — сныть, яминник душистый, пролеска, медуница лекарственная, осока волосистая и др.

4-й тип: глубокая корневая система с небольшим распространением боковых корней или корневищ. Рабочая глубина корней до 15 см, максимальная глубина около 30 см. Сюда относят представители сухих сосновых боров, как-то: сон-трава, вероника колосистая, ластовень лекарственный, а также рыхлокустовые злаки: мятлик лесной, ежа сборная, душистый колосок, молиния, бор развесистый, а также ряд осок и др.

5-й тип: очень глубокая корневая система до 1 м и более глубиной. Сюда относятся бобовые: дрок красильный, чина, горошек, а кроме того золотая розга, подмаренник и др.

В целях однообразия точности классификации нами объединяются первые и последние пары типов, таким образом получается три типа: мелко-средне- и глубоко-укореняющихся.

По характеру подземных органов мхов Пелльн (Pullen O.U., 56) делит их на 3 типа:

1-й тип — род *Polytrichum* (*Polytrichum commune* и *P. juniperinum*) имеет развитые корневища (rhizome), которые у молодых растений ветвятся. В различных условиях местопрорастания развитие подземных органов изменяется. Так например, в условиях господства молинии живая часть составляет 12 см, отмершая — 18—30 см, в условиях господства сфагнума — живая часть 30 и более см., отмершая до 100 см; в условиях господства вереска корневища политрихума образуют войлок на глубину от 5 до 8 см, от которого поднимаются вверх стебли.

2-й тип — группа крупных мхов. Характеризуется тем, что, развиваясь на минеральной почве, в первые годы в большинстве случаев укореняется в почве, а затем подземные части отмирают и растения продолжают развиваться на отмершем субстрате, поддерживаемые соседними более молодыми растениями и отходящими ризоидами. Таким образом, после первоначального прикрепления к почве, образуются большие подушки, нижняя часть которых отми-

рает. Сюда автор относит *Sphagnum*, *Hypnum Schreberi*, *Dicranum scoparium* и др.

3-й тип — мелкие мхи, не обладающие специальными подземными органами. Они прикрепляются к торфу или лесной подстилке большим количеством ризоидов. Сюда относятся *Brium* и др.

Строение и развитие подземных органов растений, обусловленное главным образом генетическими (родовыми, видовыми и сортовыми) свойствами растений и их возрастом, несомненно, зависит и от комплекса экологических факторов, из которых важнейшими, очевидно, будут: 1) водно-воздушный и солевой режим почвы и 2) глубина почвы как среда питания и укоренения (закрепления в почве) растений. Изменяясь под влиянием указанных экологических условий, корни растений оказывают большое влияние на водный режим территории и в первую очередь на сток грунтовых вод.

Так например, в процессе гидрологических исследований Тульской губ. А. С. Козменко (11) вскрыта интересная водоохранная роль леса в районах распространения карста. Здесь водопитание местных рек происходит путем перевода поверхностного стока талых, ливневых и дождевых вод во внутригрунтовый сток посредством просачивания их через так наз. провальные воронки. В этих условиях А. С. Козменко установил двойную роль леса: а) непосредственно способствующего образованию воронок путем растворения известняков и б) предохраняющего их от заиления. Несомненно и в образовании и в сохранении провальных воронок наряду с подстилкой ведущая роль принадлежит корневым системам.

Под влиянием десукции корнями влаги, идущей на построение органической продукции (транспирацию и синтез), происходят изменения в уровне грунтовых вод, а стало быть и в грунтовом стоке, идущем на водопитание рек. Однако не всякий уровень грунтовых вод может быть изменен десукцией корней. Так напр., если уровень грунтовых вод лежит очень глубоко, за пределами использования корневой системой растений или, напротив, если он слишком высок — очень близок к дневной поверхности, то в обоих этих случаях, очевидно, мощно-развитые корневые системы не только не будут иметь преимуществ перед менее развитыми, но, наоборот, могут иметь даже отрицательное значение. Если грунтовые воды лежат не только за пределами использования растений, но не используются и для водопитания рек (по классификации Ильина овражно-балочные воды на глубине 50—60 м и балочные — на глубине 100—120 м), — мощно-развитые корневые системы могут способствовать пополнению бесполезных для данной местности грунтовых вод.

Если грунтовые воды стоят очень близко от дневной поверхности (грунтовые воды в районах вечной мерзлоты, тундровых вод и болот), они ограничивают развитие корневых систем у пород, мирящихся с избыточным увлажнением и исключают возможность поселения в этих условиях целого ряда других видов, не обладающих пластичностью корневой системы. При этом продуктивность растений резко снижается, накопление органического опада стимулирует заболачивание и еще более высокое поднятие вод. Происходит аккумуляция вод на водосборах и в конечном итоге снижение водопитания рек за счет снижения грунтового стока.

Если принять во внимание, что согласно указаниям С. С. Соболева на песчаных и суглинистых почвах с близкими, корнедоступными

грунтовыми водами, как показали исследования, можно получить наиболее высокие и устойчивые урожаи, благодаря применению своеобразного „химизированного“ подземного орошения, то территории с поверхностными и очень близкими грунтовыми водами следует считать не лесным фондом, а потенциальным луговым и полевыми фондами.

В этих условиях травянистые растения после соответствующих мелиораций, несомненно, дадут большой народохозяйственный эффект — лучшие показатели использования водного баланса. В остальных случаях, когда грунтовые воды будут участвовать в водопитании рек и будут залегать на глубине, менее доступной использованию травянистыми, чем древесными, роль древесных будет возрастать в меру возрастания разницы между глубиной укоренения древесных и травянистых с одной стороны и понижения уровня грунтовых вод и возможного капиллярного поднятия их с другой.

Общее влияние леса на водный баланс Учитывая специфические особенности леса как типа растительности, отличающегося высотой, формой, строением и густотой образующих его древесных растений, следует признать, что он может оказывать более сильное влияние на климат и почву по сравнению с другими типами растительности. В интересующем нас разрезе лес сокращает или совсем прекращает разрушительный поверхностный сток, переводя его в подземный. Это происходит вследствие воздействия лесного полога, лесной подстилки и корневых систем на выпадающие над ним осадки, равномерности и рыхлости снежного покрова в лесу, растянутости во времени снеготаяния, задержания лесом ветра, изменения температурного режима и дефицита влажности воздуха, защиты от промерзания почвы (в умеренных широтах), влагоемкости подстилки и, особенно, предохранения ею почвы от заиления, а также вследствие более совершенной водопроницаемости лесных почв, более глубоко пронизанных древесными корнями и разрыхленными ходами землероев (макроструктура лесных почв). Таким образом, лес регулирует водопитание рек, изменяя уровни вод и одновременно предотвращая или уменьшая эрозию (размывы) и денудацию (смывы) почвы, в результате чего почва под лесом защищается от уничтожения, а реки предохраняются от заносов продуктами эрозионно-денудационных процессов, т. е. от обмеления. В этом комплексном воздействии леса на сток и заключается его основная водоохранная роль.

К этому следует добавить, что с точки зрения современных данных об органической продукции и расходах воды на транспирацию различных культур за лесом во многих случаях следует признать более экономное расходование влаги на построение органического вещества — на физиологическое (транспирационное) испарение. Это повышает водоохранную роль леса как средства рационального хозяйственного использования водных ресурсов страны.

В пределах однородных климатических условий и типов местностей влияние леса на водный баланс в основном определяется следующими его свойствами: а) видовым составом лесообразующих древесных пород, преимущественно характером их облиствения, б) продуктивностью древостоев, в) их густотой, г) свойствами лесных почв, в особенности лесной подстилки и д) развитием корневых систем. Кроме того для стока талых вод имеет решающее значение процент лесистости.

Улучшающее влияние на водный баланс проявляется в возрастающей последовательности темнохвойных, сосновых и зимнеголых классов лесных формаций на следующие его элементы: 1) достижение осадками почвы, осуществляющееся через воздействие лесного полога и подстилки, 2) поверхностный сток дождевых (ливневых) вод и 3) твердый сток (эрозию); последние два влияния осуществляются через посредство, главным образом, свойств отпада и условий его разложения и 4) поверхностный сток талых вод через посредство влияний на снегоотложение, снеготаяние, промерзание и оттаивание почвы (в условиях борьбы за воду).

В отношении улучшения водного баланса со стороны сокращения физического испарения с поверхности почвы указанные классы формаций расположатся в возрастающий ряд: зимнеголые, сосновые, темнохвойные. В отношении лучшего использования расхода воды на физиологическое испарение они расположатся в следующий возрастающий ряд: темнохвойные, зимнеголые, сосновые.

Улучшающее влияние на водный баланс возрастающей продуктивности и густоты древостоя проявляется в отношении всех элементов водного баланса, за исключением достижения осадками почвы, где имеет место обратная тенденция. Наиболее резкое влияние продуктивность оказывает на расход воды на транспирацию, а густота древостоя на испарение воды с поверхности почвы.

Улучшение свойств лесных почв, в частности лесной подстилки, как и улучшение развития корневых систем оказывают улучшающее влияние на все элементы водного баланса. Преимущественно же с улучшением лесных почв связано улучшение перевода поверхностного стока в подземный и ослабление эрозии, а с улучшением развития корневых систем улучшение грунтового стока.

Так как лучшими свойствами лесной подстилки и лучшим развитием корневых систем характеризуются вышеприведенные 3 класса формаций в последовательности зимнеголые, сосновые и темнохвойные, т. е. в той последовательности, в какой они оказывают улучшающее влияние на все элементы водного баланса, кроме физического и физиологического испарения, то в дальнейшем оценке влияния леса на элементы водного баланса, очевидно, можно ограничить доведением до указанных 3-х классов формаций.

В пределах их будет сказываться в основном положительное влияние возрастающей продуктивности и густоты древостоя и лишь в отношении влияний на транспирационное и физическое испарение продуктивность и густота древостоя будут оказывать большее влияние, чем принадлежность к тому или иному классу формации.

Из вышеприведенной (см. стр. 39) оценки отдельных элементов водного баланса вытекает определение понятия водоохранного леса. Водоохранным, очевидно, будет всякий лес, который оказывает положительное влияние на хозяйственное использование водных ресурсов страны путем непосредственного увеличения расхода влаги, идущей на увеличение органической продуктивности и регулярного водопитания рек (увеличение позитивных элементов T и F) или путем уменьшения вредного ее расхода через разрушительный поверхностный сток и бесполезное физическое испарение (уменьшение негативных элементов A и V).

В качестве общего положения, очевидно, можно принять, что лучшим в водоохранном отношении является лучший по продуктив-

ности лес, какой только может произрастать на данном месте. Эта связь объясняется прямой связью между лучшими водными свойствами лесных почв и их лучшим переводом разрушительного поверхностного стока в регулярный подземный сток с одной стороны и такой же прямой связью между лучшими водными свойствами почв и лучшими по продуктивности лесами с другой стороны. (В. З. Гулисашвили и А. И. Стратонович—59).

Худшим в водоохранном отношении, очевидно, будет а) такой лес, который нерационально использует влагу по сравнению с другими растительными покровами, могущими на данном месте дать большую органическую продукцию, более рационально используя расход влаги на физиологическое испарение (Г), б) такой лес, который, не используя рационально влаги на построение органического вещества, в тоже время много задерживает — аккумулирует ее, снижая тем самым сток — водопитание рек, особенно в межень (F); в) такой лес, который слабо снижает максимальные вредные расходы вод, вызывающие наводнение, смывы и размывы почвы (А), или, наконец, г) такой лес, который в условиях дефицита влаги в почве задерживает ее доступ к почве, обильно расходуя ее на физическое испарение с поверхности своих надземных органов (V).

IV. Опыт пятибальных оценок влияния леса на водный баланс

Общие положения. Для практических целей вышеприведенные определения лучшего и худшего в водоохранном отношении леса необходимы, но недостаточны. Они нуждаются в конкретизации как в отношении уточнения влияний свойств самого леса на отдельные элементы водного баланса, так и в отношении тех изменений, какие приносятся в эти влияния произрастанием леса в определенном типе местности и климатическом районе, оказывающих, как мы видели, на водный баланс влияния более высокого порядка. Для этой цели мною построены в виде опыта, с применением приведенной в таб. № 1 (см. стр. 40) схемы пятибальных оценок, таблицы — определители влияния леса на следующие элементы водного баланса: 1) достижение осадками почвы, 2) физиологическое (транспирационное) испарение, 3) физическое испарение с поверхности почвы, 4) поверхностный сток талых вод, 5) поверхностный сток дождевых (ливневых) вод, 6) грунтовый сток и отдельно 7) для эрозии почв.

Вся система оценок построена на сравнении влияний леса с аналогичными влияниями травянистой растительности (луга и поля).

Сознавая необходимость дать в конечном итоге комплексную качественную оценку влияния леса на водный баланс в целом и не имея возможности установить количественные соотношения как между отдельными элементами водного баланса, так и между отдельными обуславливающими его факторами, мы приближаемся к осуществлению этой задачи, выполняя следующие условия построения таблиц:

1. Ведущие факторы подбираются с последующей попарной систематизацией их по каждому элементу водного баланса с таким расчетом, чтобы для оценки всего водного баланса были представлены все основные факторы, взаимно дополняющие друг друга участием в оценках отдельных элементов водного баланса.

2. Форма выражения качественной оценки в баллах влияний тех или иных свойств леса на отдельные элементы водного баланса как бы приводит их к одному знаменателю, конечно, сугубо условному и по количественному содержанию неравноценному, но облегчающему установление комплексной оценки. Эта последняя должна выводиться не как средняя арифметическая, а как логическая, вытекающая из роли и значения оценок отдельных элементов водного баланса и факторов, их обуславливающих.

В данном разделе будет кратко изложено построение указанных таблиц-определителей, составленных отдельно 1) для оценки влияния лесного фитоценоза (выдела насаждения) на водный баланс занимаемой им территории, 2) влияние леса на водный баланс в пределах типов местностей (см. стр. 53—57) и 3) влияние леса на водный баланс в том или ином лесорастительном районе.

В заключение будет дана трехчленная классификация водоохраных лесов с применением пятибалльных оценок влияния леса на водный баланс в пределах лесорастительных областей, типов местностей и лесных фитоценозов.

Для построения таблиц-определителей влияния лесного фитоценоза на водный баланс занимаемой им территории намеченные в предыдущем разделе (III) ведущие факторы отобраны в следующие группы по оцениваемым элементам водного баланса:

1. Достижение осадками почвы: интенсивность осадков, характер олиствения господствующей породы.

2. Физиологическое испарение: продуктивность древостоя, характер олиствения.

3. Физическое испарение с поверхности почвы: густота древостоя, характер олиствения.

4. Поверхностный сток талых вод: высота снегового покрова ко времени наступления снеготаяния (запас воды), характер олиствения (соответствующее влияние на снеготложение, снеготаяние, промерзание и оттаивание почвы).

5. Поверхностный сток дождевых (ливневых) вод: уклон поверхности, характер олиствения (соответствующие водные свойства лесных почв).

6. Грунтовый сток: глубина залегания грунтовых вод, характер олиствения (соответствующее развитие корневых систем).

7. Твердый сток (эрозия почвы): водопроницаемость почво-грунтов, характер олиствения (соответствующие свойства лесной подстилки).

Перехожу к описанию таблиц-определителей.

1. Оценка влияния лесного фитоценоза на достижение осадками почвы.

Используя данные исследования Гоппе о влиянии полога елового (темнохвойного), соснового и букового (зимнеголого) леса на задержание осадков различной интенсивности, строим следующую схему пятибалльных оценок влияния леса на достижение осадками почвы (см. табл. 11, стр. 82).

Из таблицы видно, что а) лесные фитоценозы с господством темнохвойных пород при слабой интенсивности осадков (менее 5 мм) оказывают очень плохое влияние на водный баланс, задерживая

Оценка влияния лесного фитоценоза на достижение осадками почвы.

Степень интенсивности осадков.	Степень задержания осадков кронами					
	Большая		Средняя		Малая	
	Темнохвойные (ель)		Сосновые		Зимнеголые (бук)	
	Задержание кронами осадков по многолетним данным Гоппе в % от интенсивности осадков	Оценка в баллах	Задержание крон. осадков по многолетним данным Гоппе в % от интенсивности осадков	Оценка в баллах	Задержание крон. осадков по многолетним данным Гоппе в % от интенсивности осадков	Оценка в баллах
Слабые осадки (менее 5 мм)	70,8	1	48,5	2	38,0	3
Умеренные (интенсивностью 5—10 мм)	56,8	2	38,1	3	23,7	4
Сильные (15 мм. и выше)	30,9	3	24,7	4	13,3	5

свыше 70% своими кронами и непроизводительно расходуя их на физическое испарение со своей поверхности; б) лесные фитоценозы с господством темнохвойных пород при умеренной интенсивности осадков и с господством сосны при слабой интенсивности осадков оказывают плохое влияние на водный баланс, задерживая около 50% осадков; в) лесные фитоценозы с господством темнохвойных пород при сильных, с господством сосны при умеренных осадках и с господством зимнеголых пород при слабых осадках задерживают от 25 до 40% осадков. Это влияние леса на водный баланс можно признать удовлетворительным, имея в виду неизбежное задержание осадков любым растительным покровом и в частности данные Тосненской опытной станции, по которым полевая растительность, травяной и луговой покровы задерживают при сильных осадках 21%, при умеренных 45% и слабых 42—100% (В. И. Рутковский); г) лесные фитоценозы с господством сосны при сильных осадках и с господством зимнеголых пород при умеренных осадках задерживают менее 25% осадков, т. е. примерно столько же, сколько задерживает в условиях очень сильных осадков (20 мм) травяной покров, а потому влияние леса на водный баланс при этих условиях, очевидно, может быть признано хорошим; д) лесные фитоценозы с господством зимнеголых пород при сильных осадках задерживают всего 13,3% осадков, т. е. меньше, чем травяной покров, а потому их влияние на водный баланс со стороны достижения осадками почвы следует признать отличным.

2. Оценка влияния лесного фитоценоза на расход воды на физиологическое (транспирационное) испарение

Используя приведенные в III разделе редуцированные мною на продуктивность данные Генеля-Элькерса о расходе воды на транспирацию древостоями с 1 га (см. стр. 65) и данные Дмитриева о рас-

ходе воды на транспирацию 1 га луга, по разности этих расходов строим следующую схему оценок влияния лесного фитоценоза на расход воды на транспирацию:

Т а б л и ц а 12

Оценка влияния лесного фитоценоза на расход воды на физиологическое (транспирационное) испарение.

Степень продуктивности (накопления растительной массы)	Степень расхода воды на транспирацию древесными по сравнению с лугами									
	Оч. большая	Большая			Умеренная			Низкая		
		Темнохвойные			Зимнеголые			Сосновые		
	Луг (по Дмитриеву)	По Генедю — Элькерсу для ели	Экономия по сравнению с лугом	Балл	По Генедю — Элькерсу для дуба	Экономия по сравнению с лугом	Балл	По Генедю — Элькерсу для сосны	Экономия по сравнению с лугом	Балл
Низкая продуктивность для леса IV бонит. и <	500 м/м	115	385	1	107	393	2	65	435	3
Средняя продуктивность (для леса II и III бонитетов)	625 м/м	222	403	2	184	441	3	107	518	4
Высокая продуктивность (для леса I бонит. и >)	750 м/м	289	461	3	221	529	4	139	611	5

Таким образом мы получаем:

а) Очень плохо влияют на водный баланс низкопродуктивные темнохвойные (экономия в расходе воды на транспирацию по сравнению с лугом ниже 400 м/м).

б) Плохо влияют на водный баланс средне-продуктивные темнохвойные и низкопродуктивные зимнеголые (экономия в расходе воды на транспирацию около 400 м/м).

в) Удовлетворительно влияют на водный баланс высокопродуктивные темнохвойные, среднепродуктивные зимнеголые и низкопродуктивные сосновые (экономия в расходе на транспирацию около 450 м/м).

г) Хорошо влияют на водный баланс высокопродуктивные зимнеголые и среднепродуктивные сосновые (экономия в расходе на транспирацию свыше 500 м/м).

д) Отлично влияют на водный баланс со стороны максимально экономного расходования влаги на транспирацию по сравнению с лугом высокопродуктивные сосновые (экономия свыше 600 м/м).

3. Оценка влияния лесного фитоценоза на физическое испарение с поверхности почвы

Используя стационарные наблюдения М. И. Сахарова на подполевых метеорологических станциях и эпизодические наблюдения на площадях рубок ухода в учебно-опытном хозяйстве БЛХИ, бывшем Брянском опытном лесничестве, над факторами, обуславливающими испаряемость с лесной почвы (температурой и влажностью воздуха,

ветром и дефицитом влажности воздуха) и над испарением с водной поверхности, строим следующую схему пятибалльных оценок влияния лесного фитоценоза на расход воды на физическое испарение с поверхности почвы:

Т а б л и ц а 13

Оценка влияния леса на физическое испарение с поверхности почвы.

Степень густоты деревостоев	Степень расхода воды на физическое испарение с поверхности лесной почвы		
	Большая	Умеренная	Малая
	Зимнеголые	Сосновые	Темнохвойные
Оценка в баллах			
Редкостойные (с пол- нотой ниже 0,5) . . .	1	2	3
Среднеполнотные (с полнотой 0,5—0,7)	2	3	4
Густые (с полнотой . . 0,8—1,0)	3	4	5

Из таблицы видно, что

а) Очень плохо влияют на водный баланс в отношении сбережения бесполезного расхода воды на физическое испарение с поверхности почвы лесные фитоценозы с редкостойными древостоями из зимнеголых пород.

б) Плохо влияют на снижение физического испарения с поверхности почвы лесные фитоценозы среднеполнотные из зимнеголых пород и редкостойные с господством сосны.

в) Удовлетворительно влияют на снижение физического испарения с поверхности почвы лесные фитоценозы густые из зимнеголых пород, среднеполнотные с господством сосны и редкостойные с господством темнохвойных пород.

г) Хорошо влияют на снижение физического испарения с поверхности почвы лесные фитоценозы густые с господством сосны и среднеполнотные с господством темнохвойных пород.

д) Отлично влияют на снижение физического испарения с поверхности почвы лесные фитоценозы густые с господством темнохвойных пород.

4. Оценка влияния лесного фитоценоза на поверхностный сток талых вод

Приведенные в III-м разделе (см. стр. 65—70) закономерности снегоотложения, промерзания, снеготаяния и оттаивания почвы в лесу позволяют дать следующую схему пятибалльных оценок влияния лесного фитоценоза на сток талых вод (см. табл. 14, стр. 85).

Таким образом получается следующая оценка:

Очень плохо влияют на водный баланс со стороны использования стока талых вод в реки в условиях преобладающей борьбы за воду (в условиях борьбы с водой — с наводнениями закономерность была бы обратной) лесные фитоценозы с господством темнохвойных пород, произрастающие в районах с маломощным снеговым покровом.

Отлично влияют на сток талых вод лесные фитоценозы с господством зимнеголых пород, произрастающие в районах с оптимальной мощностью снегового покрова.

Оценка влияния лесного фитоценоза на сток талых вод

Средняя многолетняя для данного района высота снегового покрова ко времени наступления снеготаяния.	Степень улучшения с помощью леса водопитания рек за счет урегулирования стока талых вод (в условиях борьбы за воду)		
	Малая	Средняя	Большая
	Темнохвойные	Сосновые	Зимнеголые
	Оценка в баллах		
Малая (до 25 см.)	1	2	3
Большая (свыше 50 см)	2	3	4
Оптимальная (от 25 до 50 см)	3	4	5

Формулировки промежуточных оценок значения влияния лесного фитоценоза здесь и в дальнейшем мы опускаем, как вытекающие из соответствующих градаций факторов их обуславливающих и легко читаемые по обозначениям в таблице.

5. Оценка влияния лесного фитоценоза на поверхностный сток дождевых (ливневых) вод

Используя данные о влиянии рельефа на поверхностный сток (см. стр. 51—57) и водные свойства лесных почв, характеризующиеся различными влияниями на поверхностный сток в зависимости от трех групп лесообразующих пород (см. стр. 71—74), мы строим следующую схему пятибалльных оценок влияния лесного фитоценоза на поверхностный сток дождевых (ливневых) вод.

Таблица 15

Оценка влияния лесного фитоценоза на поверхностный сток дождевых (ливневых) вод.

Степень крутизны склонов	Степень улучшения с помощью леса водопитания рек за счет урегулирования стока дождевых (ливневых) вод.		
	Малая	Средняя	Большая
	Темнохвойные	Сосновые	Зимнеголые
	Оценка в баллах		
Ровные и слабо пологие до 3°	1	2	3
Пологие, слабо покатые и покатые склоны, от 4 до 15°	2	3	4
Сильно покатые, крутые и сильно крутые склоны, 16° и >	3	4	5

Таким образом получается, что

Очень плохо влияют на водный баланс со стороны использования стока дождевых (ливневых) вод в реки лесные фитоценозы с господством темнохвойных пород (дающих грубый гумус), произрастающие на ровных местоположениях и слабо пологих (до 3°) склонах.

Отлично влияют на сток дождевых вод лесные фитоценозы с господством зимнеголых пород (образующих нормальную подстилку, пронизывающих почву корнями на большую глубину и задерживающих надземными органами осадки, жидкий и твердый сток), произрастающие в условиях сильно расчлененного рельефа на покатых и крутых склонах.

6. Оценка влияния лесного фитоценоза на грунтовый сток.

Используя изложенные в III разделе (см. стр. 62—63, 65 и 77—78) положения об использовании грунтовых вод древесными по сравнению с травянистыми, мы даем следующую схему пятибалльных оценок влияния лесного фитоценоза на грунтовый сток.

Таблица 16

Оценка влияния лесного фитоценоза на грунтовой сток.

Глубина залегания грунтовых вод	Степень использования грунтовых вод древесными по сравнению с травянистыми растениями		
	Слабая	Средняя	Сильная
	Поверхностно укореняющиеся (темнохвойн.)	Средне укореняющиеся (сосновые)	Глубоко укореняющиеся (зимнеголые)
Оценка в баллах			
Малая	1	2	3
Средняя	2	3	4
Большая	3	4	5

Таким образом мы получаем:

Очень плохо влияют на использование грунтового стока лесные фитоценозы из поверхностно укореняющихся (в основном темнохвойных) древесных пород (до 1 м), с небольшой (не более 0,9 м) разницей между поверхностно укореняющимися травянистыми, произрастающие на почвах с неглубокими грунтовыми водами.

В этом случае, применяя своеобразное „химизированное“ подземное орошение на песчаных и суглинистых почвах с близкими корнедоступными пресными грунтовыми водами, можно получать наиболее высокие и устойчивые урожаи (С. Соболев). А потому роль леса в использовании водных ресурсов страны в этих условиях будет отрицательной как вследствие недостаточного использования влаги для построения органической массы, так и в силу стимулирования процессов заболачивания в результате ослабленного под пологом леса физического испарения с поверхности почвы и образования грубого гумуса. Благодаря тому, что самодвижение фитоценозов идет в сторону заболачивания, усиливается аккумуляция вод на водосборах, а стало быть и ухудшается водопитание рек.

Отлично влияют на водный баланс со стороны использования грунтового стока лесные фитоценозы из глубоко укореняющихся (в основном зимнеголых) древесных пород, с большой (4—7 м.) разницей между глубоко укореняющимися травянистыми (бобовыми), произрастающие на почвах с глубокими, но еще доступными в силу капиллярного подъема для древесных грунтовыми водами.

7. Оценка влияния лесного фитоценоза на жидкий и твердый сток (эрозию) почв.

Водная эрозия почв, в частности смывы почв (денудация), зависит от противоэрозионной устойчивости почвы, а последняя может быть с помощью леса улучшена или ухудшена, в зависимости от свойств лесных подстилок. Используя классификацию почво-грунтов по водовпитыванию (проф. М. Ф. Срибный) и объединяя почво-грунты по интенсивности потерь на водовпитывание при расчетной интенсивности ливня 3 мм/м в три группы — плохо водовпитывающие с интенсивностью потерь от 0,05 до 0,80, удовлетворительно водовпитывающие с интенсивностью потерь от 0,81 до 1,49 и хорошо водовпитывающие с интенсивностью потерь от 1,50 до 2,00 и выше — и учитывая преобразующее влияние на почву трех типов лесных подстилок (см. стр. 74), строим следующую схему пятибалльных оценок влияния лесного фитоценоза на поверхностный сток и связанную с ним эрозию почв:

Таблица 17

Оценка влияния лесного фитоценоза на эрозию почв.

Степень водовпитывания почво-грунтов.	Степень улучшения с помощью леса противоэрозионной устойчивости почво-грунтов.		
	Малая	Средняя	Большая
	Почвоухудшающ. лесн. подст. (темнохвойн.)	Промежуточн. лесн. подст. сосновые	Почвоулучшающ. лесн. подст. (зимнеголые)
Оценка в баллах			
Хорошая	1	2	3
Удовлетворительная.	2	3	4
Плохая	3	4	5

Таким образом мы получаем:

Очень плохо будут влиять на водный баланс со стороны увеличения разрушительного поверхностного стока и связанной с ним эрозии почв по сравнению с травянистыми лесные фитоценозы с господством темнохвойных пород как ухудшающие водные свойства почв (грубый гумус, мощные подзолы и т. п.) и их противоэрозионную устойчивость. Это негативное влияние темнохвойных будет тем сильнее, чем лучшими водными свойствами характеризуется почва.

Отлично по сравнению с травянистыми на перевод разрушительного поверхностного стока в подземный, а стало быть и на эрозию почв, будут влиять лесные фитоценозы с господством почвоулучшающих (в основном зимнеголых) древесных пород, дающих мягкий гумус, улучшающие структуру почвы и связанные с этим ее водные свойства. Это позитивное влияние лесных фитоценозов будет сказываться тем сильнее, чем худшими водными свойствами, в частности водовпитыванием, характеризуется почва.

Во всех вышеприведенных таблицах-определителях мы сознательно доводили учет влияния лесного фитоценоза только до учета 3 классов формаций: темнохвойных, сосновых и зимнеголых, поступаясь некоторыми деталями и исключениями, которые на первом этапе разработки предлагаемой системы оценок влияния леса на водный баланс могли бы затемнить основные закономерности. Некоторые

существенные факторы, как напр., экспозиция склонов, пока остаются без оценок¹.

Вместе с тем эти три класса формации — темнохвойных, сосновых и зимнеголых — отображают достаточно определенно влияние леса на водный баланс как со стороны изменений элементов климата, так и водных свойств почв. Это с одной стороны облегчает установление комплексной оценки влияния лесного фитоценоза на водный баланс занимаемой им территории в целом, с другой стороны — облегчает и дальнейшую задачу макрорайонирования территории СССР по влиянию леса на водный баланс страны, ибо выделы указанных формаций на карте растительности и других картах поддаются более полной характеристике со стороны климата, рельефа и почв.

Комплексная оценка влияния лесного фитоценоза, принадлежащего к одному из трех вышеуказанных классов формаций, на водный баланс занимаемой им территории в целом с выводом логической средней из 7 оценок, получающихся в результате применения приведенных 7 таблиц-определителей, не представляет затруднений. Проиллюстрируем это следующим примером из практики применения нашей системы оценок нашим учеником т. Левкиным, работавшим в 1939 г. под руководством проф. А. А. Битриха по лесоустройству общеизвестной курортной водоохранно-почвозащитной Бештаугорской лесной дачи.

Пробная площадь 37, в кв. $\frac{152}{IVa}$ на средней части СЗ склона

горы Машука, преобладают умеренные осадки интенсивностью 5—10 мм; высота снегового покрова не превышает обычно 25 см.; средний уклон — 25°; почва серо-коричневая горно-лесная, суглинистая на делювии меловых известняков, грунтовые воды глубокие; тип леса *Carpinetum alliariosum*, 9 Гр. Юс. Кл., 85л., бон. III, полн. 0,3.

Находим оценки влияния лесного фитоценоза на водный баланс занимаемой им территории по таблицам: 1) на достижения осадками почв — 4, 2) на транспирационное испарение — 3, 3) на физическое испарение с поверхности почвы — 1, 4) на поверхностный сток талых вод — 3, 5) на поверхностный сток дождевых (ливневых) вод — 5, 6) на грунтовый сток — 5, 7) на эрозию почв — 5. Комплексная оценка получается 4, что совпадает с данной в натуре. Важнейшие хозяйственные мероприятия, направленные на повышение водоохранных функций леса, ясны. Необходимо повысить густоту древостоя и

¹) По мере накопления фактического материала составление для них подобных таблиц-определителей не встретит затруднений. Так например, для учета влияния леса на элементы водного баланса и на противозерозионную устойчивость почвогрунтов на различных экспозициях склонов, используя приведенные во II разделе (см. стр. 52) новейшие данные, может быть предложена следующая схема оценок:

Степень инсоляции на склонах	Степень затенения почвы		
	Малая (зимне- голые)	Средняя (сосновые)	Большая (темно- хвойные)
	Оценка в баллах		
Слабая (северные скл.)	1	2	3
Средняя (зап. и вост. скл.)	2	3	4
Сильная (южные скл.)	3	4	5

уходом за почвой поднять бонитет. После этого снизится бесполезный расход воды на физическое испарение с поверхности почвы (оценка может быть поднята на 2 балла) и улучшится использование воды на полезное транспирационное испарение. В результате этого комплексная оценка может быть повышена до 5, т. е. до отличной.

Опыт показывает, что чрезвычайно простая схема оценок так быстро усваивается, что таксатор, проработавший с ней несколько дней, перестает пользоваться таблицами и сразу проставляет в таксационный журнал комплексную оценку, так же интуитивно правильно ее определяя, как определяет он бонитет и запас насаждения, тип леса и другие инвентаризационные категории, требующие предварительного анализа и последующего синтеза.

Опыт оценки водоохранной роли леса по типам местностей. Во II разделе настоящей работы мы достаточно уже останавливались на необходимости выделять по двум ведущим факторам — рельефу и почве — тип местности как важную инвентаризационную категорию, определяющую роль леса в борьбе за овладение водным режимом почвы и страны.

Эта инвентаризационная категория, вытекающая из учения акад. В. Р. Вильямса о роли рельефа в размещении основных угодий в целях наиболее производительного труда по их культуре, конкретизирует те местоположения, на которых должно располагаться "природное лесное угодие", (в смысле В. Р. Вильямса), где леса должны рассматриваться как „регуляторы водного хозяйства всей страны“, отделяя их от местоположений, на которых лес имеет более узкое назначение.

Исходя из свойств леса, определяющих перевод разрушительного поверхностного стока в полезный подземный, нами была составлена в 1934 г. следующая схема пятибальных оценок водоохранной роли леса по типам местностей.

Т а б л и ц а 18

Степень крутизны склона	Степень водопроницаемости почвогрунтов		
	Водопроницаемые	Полупроницаемые	Малопроницаемые
	Все осадочные крупнообломочные нецементированные породы, как галечники, гравий, песок, россыпи, а также все остальные сильно трещиноватые породы	Глинистые пески, лёсс, более рыхлые разновидности песчаников, реже пористые известняки и мергеля	Все массивные кристаллические породы и осадочные, если только они не трещиноваты, а из обломочных — глины и суглинки
	Степень (балл) водоохранности леса		
1) Ровные и пологие (от 0 до 5°)	1 плохая	2	3
2) Покатые (от 6 до 20°)	2	3	4
3) Крутые и обрывистые (21° и выше)	3	4	5 отличная

Коротко остановимся на нашем методе ее проверки, подробно изложенном в 1935 г. (57).

В поисках такого метода, который будучи научно обоснованным, был бы настолько прост, доступен по оборудованию и по затрате времени, чтобы его могли проводить энтузиасты-опытники, стахановцы нашего производства, мы остановились на методе стоковых микроплощадок с применением искусственного дождевания. Наш метод сходен с методом, опубликованным в 1935 г. в журнале *Ecology* № 1 в статье Уивера и Ноль „Измерение стока и эрозии почв отдельными наблюдателями“.

Он может быть применен 1) в целях проверки нашей схемы оценок типов местностей и 2) для сбора материалов по выявлению влияний других факторов, в частности лесных фитоценозов и их отдельных компонентов на коэффициент поверхностного стока и эрозию почв.

Для осуществления первой цели собранный материал должен систематизироваться по сходству всех признаков, за исключением степени крутизны склонов (для обоснования градаций склонов) или за исключением почв (для обоснования группировки почвенных разностей). Для второй цели должны закладываться серии стоковых микроплощадок, сходные по степени крутизны склонов и водопроницаемости почв, но различающиеся по исследуемому фактору.

Этот метод, доложенный мною в январе 1936 г. на Ученом совете ЦНИИЛХ, применялся в 1935 г. мною с ассистентом Ю. П. Бяловичем в процессе лесоустройства водоохраных лесов быв. Запобласти. Площадки закладывались двухметровые (1 м. \times 2 м.). Длинной стороной площадка располагалась вдоль склона. Угол наклона измерялся эклиметром Брандиса с точностью до $1/2^\circ$. Площадка обозначалась набитыми по углам колышками. Длинные ее стороны и узкая верхняя ограничивались положенными, опирающимися на колышки палками или присыпкой вдоль их свежесвынутой из почвенных ям землей или мелом (общий вид площадки и процесса дождевания показан на рис. 11). Нижняя по склону часть площадки аккуратно обрезалась. Вдоль нее вырывалась узенькая канавка, в которую вставлялся переносный лоток из оцинкованного железа. Последний, представляя в сечении прямоугольную ступеньку, передней, загнутой вниз стенкой плотно прижимался к стенке площадки вровень с горизонтом A_0 (см. рис. № 11) Щель, образуемая между передней стенкой лотка и стенкой канавки, вдоль всей нижней стороны площадки тщательно промазывалась запасенной в ведре глиной. Для предохранения от попадания брызг в лоток вдоль нижней стороны площадки устанавливалась деревянная пластинка, приподнятая на подкладках на 1—2 см. над поверхностью площадки. Произрастающие на площадке древесные и кустарниковые породы срубались под корень. Под лотком устанавливалось градуированное ведро, после чего площадка была готова для искусственного дождевания. Из ближайшего водоема к площадке подавалась в бочке вода. Дождевание производилось двумя рабочими путем полива из обыкновенных садовых леек. Рабочие вели полив с обеих длинных сторон площадки. В то время как двое рабочих производили полив площадки, двое других непрерывно подносили в запасных лейках воду. Наблюдатель с часами в руках фиксировал начало и конец стока, а также его характер. В некоторых случаях приходилось вести работу и с одним рабочим (см. рис 11).

Помимо имитации предельного в данной местности ливня (а в некоторых случаях и сверхпредельного), производилось испытание на поглощение почвой сплошной струи воды, которая пускалась после дождевания из тех же леек, но со снятым ситцем, с середины верхней границы площадки. Этим до некоторой степени осуществлялась имитация поверхностного стока, идущего струями при сильных ливнях и при бурном снеготаянии.

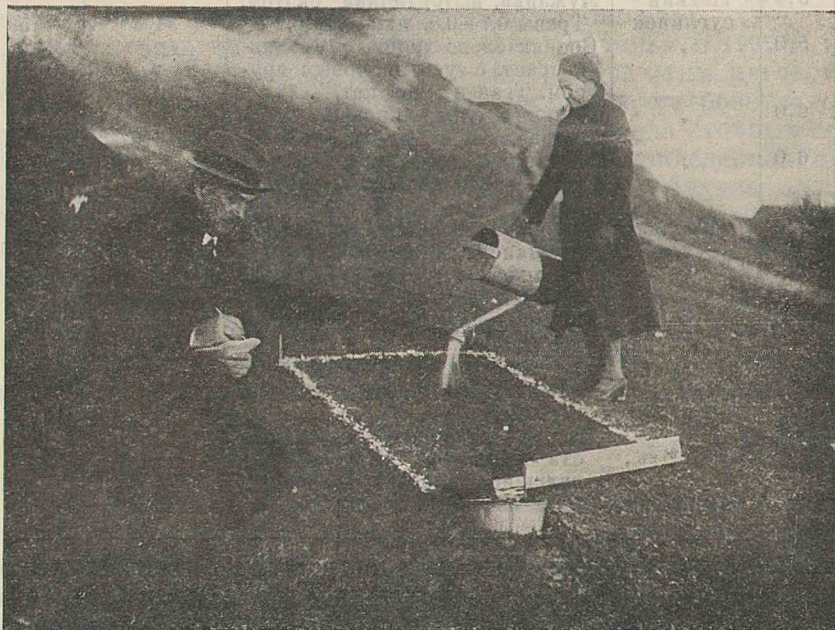


Рис. 11. Общий вид дождевания на сточной микроплощадке в районе г. Брянска.

Некоторые результаты проведенных нами опытов в Людиновском леспромхозе быв. Западной области мы приводим в нижеследующей таблице (см. табл. 19, стр. 92).

Эти данные не расходятся с современными научными представлениями о водохранной роли леса. Вместе с тем, давая хотя бы и грубые относительные величины, они могут дать правильную ориентировку производству в деле выделения водохранных лесов и организации ведения в них хозяйства.

В частности с помощью этого метода, закладывая параллельные площадки, возможно изучить влияние различного растительного покрова на сток в условиях разных климатов, рельефа (углов наклона, экспозиции и протяженности склонов), почв различной водопроницаемости. В отношении лесных фитоценозов возможно установить влияние на сток различного состава, формы, возраста и полноты древостоев, а также влияние разных видов пользования в лесу: главного, промежуточного и побочных. Следовательно, возможно выработать и системы лесоводственных мероприятий, наиболее отвечающих защитным свойствам леса, против разрушительного действия поверхностного стока.

Таблица 19

Серия опытов	Угол наклона в градусах	Механический состав почвы	Характер растительного покрова	Экспериментальный коэффициент поверхностного стока	
				Ливень 30 мм за 4—5 мин.	Струя 40 л. за 1,5—2 мин.
I	5,0	Легкий суглинок	Лужайка, вытоптанная скотом. Травы 0,7—0,8, мхи 0,1—0,2	34,5	59
	5,0				
	6,0				
	6,0				
II	12,0	Тяжелая супесь	Вытоптанная скотом невозобновившаяся лесосека (рубка прошла лет 10 назад). Травы 0,8, мхи 0,1	49	78
	12,0				
III	35,5	"	Вытоптанная скотом невозобновившаяся лесосека. Травы—0,8 мхи 0,05	59	85
	35,5				
			Куртина густого елового подроста среди той же невозобновившейся лесосеки. Травы 0,05, мхов нет.	40	50

Широкое применение этого метода техниками производства вполне осуществимо. Стоимость оборудования (лотка, 4-х леек и двух ведер) составляла по ценам 1935 г. около 80 руб. При условии заранее намеченных мест для закладки площадок, в один рабочий день 1 техник может заложить и провести всю экспериментальную работу на 2 площадках. Самым дорогим является подвозка воды.

После накопления массового материала, собираемого в процессе лесоустройства или специальных экспедиционных исследований, можно будет обработать его методом вариационной статистики, сделать необходимые обобщения применительно к различным условиям огромной территории водохранилищ лесов нашего Союза.

При применении в широком масштабе этого метода необходим согласованный выбор нормы полива, либо возможно близкой к интенсивности максимальных ливней в данной местности, либо повсеместно одной и той же нормы, например—3 мм/м. Для сравнимости материала лично мы склонны высказаться за последнее.

В приведенных выше сериях опытов сознательно применялся сверхсильный ливень, в целях испытания лесных почв на смывы. Несмотря на то, что была применена норма полива, приближающаяся к самым сильным ливням, известным в равнинных местностях Европы (в Румынии 7/VII—1889 г. в течение 20 минут—205 мм, а у нас в Полтавской губ. 15/IV—1890 г.—5,6 мм 1 мин. (по Л. С. Бергу, 1938 г.)), заметного смыва почв в лесу не наблюдалось. Хотя американцы и принимают наряду с механизированным аналогичный метод дождевания при помощи леек, но при массовой постановке предлагаемого нами метода следует усовершенствовать и меха-

низировать технику дождевания, что вполне возможно. Это еще значительно удешевит закладку сточных микроплощадок. Для дальнейшей научной разработки этого метода необходимо заложить специальные опыты в целях уточнения размера сточной микроплощадки, необходимого и достаточного для передачи всех закономерностей стока в лесу. В целях более точного установления причины явления перевода поверхностного стока в подземный, желательна постановка попутных исследований физических свойств лесных почв, лесной подстилки, корневых систем, ходов землероев и других компонентов леса и физико-географического комплекса.

К сожалению, по независящим от нас причинам с 1935 г. мы не имели возможности продолжать сбор материалов этим методом.

Произведенная в процессе того же лесоустройства лесов Зап. области 1935 г. при испытании нашего метода сточных микроплощадок экспериментальная проверка вышеприведенной схемы, охватившая хотя и небольшое число объектов, подтвердила передаваемые ею закономерности. Из рассмотрения коэффициентов экспериментального стока с применением дождевания на сточных микроплощадках следует, что в лесу

1. При балле 1 поверхностный сток практически отсутствует.
2. При балле 2 поверхностный сток не превышает 10%.
3. На границе 2 и 3 баллов происходит очень резкое скачкообразное усиление поверхностного стока, достигающее здесь 30—50%.
4. При балле 3 этот коэффициент стока может быть снижен в 5—10 раз, благодаря деятельности землероев и сильному развитию микрорельефа.

5. При балле 4 поверхностный сток, равняющийся 40—50%, может быть вышеупомянутыми факторами снижен только вдвое.

6. Замена леса хорошо задернелым выгоном не увеличивает сколько-либо заметно коэффициента поверхностного стока при условии невозникновения концентрированных струй.

7. При возникновении концентрированных струй замена леса хорошо задернелым выгоном увеличивает коэффициент концентрированного струйного стока при балле 3 на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$, при балле 4—вдвое.

Это увеличение на выгоне поверхностного стока связано с тем, что в лесу лучше выражена водопоглощательная способность почвы, что особенно сильно сказывается на поглощении крупных струй. Так как такие струи в условиях лесной зоны Европейской части СССР наблюдаются в период снеготаяния особенно на южных, юго-восточных и юго-западных склонах, то присутствие на таких склонах леса особенно необходимо.

Приведенная выше схема с нашей точки зрения не утратила своего значения и до сих пор для районов с резко выраженным рельефом. Все же, используя новейшие данные (Срибного, Соболева, Бойко, Харитонова и др.), я построил новую схему пятибалльных оценок водоохранной роли леса по типам местностей. Вместе с тем она может служить и для оценки влияния леса на поверхностный сток и связанную с ним эрозию почв.

Из приведенного в таблице 20 сопоставления видно, что 1) Очень плохо будет влиять лес на сток в условиях ровных местоположений и слабо-пологих склонов до 3°, иначе говоря в условиях болотно-низинного, очень плоского, плоского, равнинного и волнистого рельефов на хорошо водовпитывающих почво-грунтах: на развееваемых нецементированных песках, на сравнительно слабо и на хо-

Оценка влияния леса на поверхностный сток по типам местностей.

рошо задренованных песках, на песчаных и супесчаных сероземах, темнокаштановых и бурых почвах, т. е. на почвах, где интенсивность потерь при расчетной интенсивности ливня = 3 мм/м составляет от 2,00 и до 1,50 и где коэффициент стока будет колебаться от 0,27 до 0,40.

Сам по себе малый сток в результате задержания осадков пологом, поглощения подстилкой и перехвата влаги поверхностно развитыми корневыми системами может быть полностью ликвидирован, но т. к. в этих условиях в силу весьма хорошего водовпитывания почвогрунтов при отсутствии леса имел бы место лишь позитивный внутрипочвенный сток (без разрушительного поверхностного), то, очевидно, роль леса в отношении пополнения запасов водных источников будет явно отрицательной.

2. Плохо будет влиять лес на сток в условиях тех же почв, но при крутизне склонов от 4 до 15° в условиях слабо холмистого, холмистого, сильно холмистого и предгорного рельефов или при крутизне склонов до 3°, но при удовлетворительно водовпитывающих почвах: супесчаных и песчаных черноземах, оподзоленных супесях и сероземах, характеризующихся интенсивностью потерь при расчетной интенсивности ливня = 3 мм/м от 1,49 до 0,81. В этих условиях коэффициент стока будет колебаться от 0,30 до 0,59.

3. Удовлетворительно будет влиять лес на сток при хорошо водовпитывающих почвах и средней крутизне склонов свыше 16°, в условиях гористого и горного рельефов, при удовлетворительно водовпитывающих почвах и крутизне склонов от 4 до 15° и при крутизне склонов до 3°, но при плохо водовпитывающих почвах, характеризующихся интенсивностью потерь при $a = 3$ мм/м от 0,80 до 0,05. В этих условиях коэффициент стока при интенсивности ливня 3 мм/м будет колебаться от 0,32 до 0,84, фактически от 0,55 до 0,84, ввиду редкой встречаемости в горных ландшафтах лесов на слабо задренованных и тем более на развевасмых песках.

4. Хорошо будет влиять лес на сток при склонах свыше 16° и удовлетворительно водовпитывающих почво-грунтах и при крутизне склонов от 4 до 15°, но при плохо водовпитывающих почво-грунтах. В этих условиях коэффициент стока при интенсивности ливня 3 мм/м будет колебаться от 0,65 до 0,98.

5. Отлично будет влиять лес на сток при крутизне склонов более 16° в условиях гористого и горного рельефов при плохо водовпитывающих почво-грунтах, характеризующихся интенсивностью потерь при интенсивности ливня 3 мм/м от 0,80 до 0,05 и представленных обыкновенными и южными черноземами, светло-каштановыми и бурыми суглинистыми почвами; мощными и тучными черноземами, подзолистыми супесчаными почвами, глинистыми сероземами; серыми лесными землями, выщелоченными и деградированными черноземами, террасовым черноземом; подзолистыми суглинками и глинистыми почвами; такырами, солончаками и солонцами; глинами и жирноглинистыми почвами всех типов; горнолуговыми почвами, подзолистыми почвами ДВК, или, наконец, скальным нетрещиноватым грунтом. В этих условиях коэффициент стока очень высок: при интенсивности ливня в 3 мм/м, он колеблется от 0,84 до 1,00, в большинстве случаев приближаясь к 1,00. Лес в этих условиях оказывает самое большое влияние на перевод разрушительного поверхностного стока во внутрипочвенный.

Степень крутизны склонов и характеристика рельефа	Степень водовпитывания почво-грунтов					
	Хорошо водовпит.	Удовлет. водовп.	Плохо водовпит.			
Интенсивность потерь при интенсив. ливня 3 мм/м. от 2,00 (1) до 1,50 (3). 1. Развеваемые несцементированные пески (класс почв по проф. М. Ф. Срибному XII). 2. Сравнительно слабо задренованные пески (XI). 3. Темно-каштановые и бурные сероземы оупесчаные и пеочаные (X)	Интенсивность потерь при интенсивности ливня 3 мм/м от 1,49 до 0,81; 1,25 (4) и 1,00 (5). 4. Черноземы супесчаные и песчаные (IX) 5. Оподзоленные супеси, сероземы (VIII)	Интенсивность потерь при интенсив. ливня 3 мм/м от 0,80 (6) до 0,05 (12). 6. Обыкновенный и южный чернозем, светло-каштанов. и бурые суглинистые почвы (VII). 7. Мощный и тучный чернозем (VI). 8. Серые лесные земли, выщелоченные и деградированные черноземы, террасовый чернозем (V) 9. Подзолистые суглиники и глинистые почвы (IV) 10. Такыры, солончаки и солонцы. Глины, жирно-глинистые почвы всех типов (III). 11. Горно-луговые почвы, подзолистые почвы ДВК, почвы маревых бассейнов (II) 12. Скальный нетрещиноватый грунт, почвы тулпыры, болотные почвы, з-болоченные подзолистые почвы (I)				
Оценка влияния леса на сток						
	Коэффициент стока при интенсивн. ливня 3 мм/м	Оценка в баллах	Коэффиц. стока при интенсив. ливня 3 мм/м	Оценка в баллах	Коэффициент стока при интенсивн. ливня 3 мм/м	Оценка в баллах
Ровные и слабопологие до 3°. Рельеф болотно-низинный, оч. плоский (класс рельефа по проф. М. Ф. Срибному I). Плоский (II). Равнинный (III) Волнистый (IV)	0,27—0,40	1 оч. пл.	0,46—0,59	2	0,56—0,84	3
Пологие слабопокатые и покатые склоны от 4° до 15°. Рельеф: сл. холмистый (V). Холмистый (VI) Сильно холмист. (VII) Предгорн. (VIII)	0,30—0,49	2	0,54—0,65	3	0,73—0,98	4
Сильно покатые, крутые и сильно крутые склоны 16° и >. Рель-ф: Гористый (IX). Горный (X)	0,32—0,61	3	0,65—0,85	4	0,84—1,00	5 отлич.

Оценка водоохранной роли леса по пятибальным схемам применительно к типам лесорастительных условий

Серии типов леса С. Я. Соколова и В. Н. Сукачева:

Дубовые	оценка 5,	Брусничниковые	оценка 2(3)
Липовые	" 4	Приручевые	" 3(2-4)
Известняковые и }	" 4	Черничниковые	" 2
Меловые	" 4	Долгомошниковые	" 1
Кисличниковые	" 3	Сфагновые	" 1
Лишайниковые	" 3		

Типы местопроизрастания П. С. Погребняка

Ряд возрастающей влажности почвы	Ряд возрастающего богатства почвы				
	3 A ₀	3 B ₀	4 C ₀	5 D ₀	5 E ₀
2 A ₁	3 B ₁	4 C ₁	5 D ₁	5 E ₁	
2 A ₂	3 B ₂	4 C ₂	5 D ₂	5 E ₂	
2 A ₃	2 B ₃	3 C ₃	4 D ₃	4 E ₃	
1 A ₄	1 B ₄	2 C ₄	3 D ₄	3 E ₄	
1 A ₅	1 B ₅	2 C ₅	2 D ₅	3 E ₅	

- II. Типы местопроизрастания: A₀, B₂, B₁, B₀, C₃, D₄, E₃, E₄.
- г) Хорошего влияния на водный баланс:
 I. Серии типов леса: 10) липовые, 11) известковые и меловые
 12) частично приручевые.
 II. Типы местопроизрастания: C₂, C₁, C₀, D₃, E₃.
- д) Отличного влияния на водный баланс:
 I. Серии типов леса: 13) дубовые.
 II. Условия местопроизрастания: D₂, D₁, D₀, E₂, E₁, E₀.
- Эта сугубо ориентировочная оценка нуждается еще в проверке.

Опыт пятибальной оценки влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям

Необходимость дальнейшего выделения водоохран-ных лесов и разработки практических (лесохозяйственных) мероприятий по организации и ведению в них хозяйства с учетом как экономических, так и естественно-исторических факторов производства вообще и влияния леса на водный баланс в частности, в качестве одной из первоочередных задач требует проведения специального естественно-исторического районирования территории СССР.

Подходы к решению этой задачи могут быть различны. Один из таких подходов был мною осуществлен в 1934 г. на примере оценки водоохранной роли леса по географо-гидрологическим районам, выделенным В. И. Рутковским (1938) для лесной и лесостепной зоны Европейской части СССР. Однако этот подход в настоящее время я считаю неправильным, ибо он основывался на учете лишь одного элемента водного баланса, правда очень важного — на стоке.

Второй напрашивающийся подход, имеющий уже прецедент в американской практике (см. картограмму № 12), также основан на учете одного фактора — влияния леса на эрозию. Это влияние леса,

Эту схему очень легко применять к оценке влияния леса на сток в географическом разрезе, т. к. почвенные разности и классы рельефа увязаны с соответствующими картами БСАМ.

Опыт пятибальной оценки водоохранной роли леса применительно к типам лесорастительных условий

Значение типов леса как важнейшей инвентаризационной категории для лесного хозяйства у нас в СССР в данное время следует считать общепризнанным. Целый ряд практических рекомендаций уже разработан и разрабатывается дальше применительно к этой инвентаризационной категории. Поэтому вполне естественно выявившееся в процессе моей работы по лесоустройству водоохранных лесов желание производства довести пятибальную оценку до типа

леса и тем самым установить связующее звено между накопленным опытом успешного применения лесохозяйственных мероприятий применительно к определенным типам леса и теми новыми рекомендациями их, которые вытекают из специфики ведения хозяйства в водоохранных лесах. Принципиально мы считаем эту задачу разрешимой путем постепенного перехода от оценки типов местностей, выделяемых по косвенно-действующим факторам — рельефу и почве — к оценке типов лесорастительных условий (в смысле В. Н. Сукачева), устанавливаемых по комплексу прямодействующих факторов (в основном по характеру увлажнения и богатству почвы), а затем уже к оценке типа леса, как типа лесного фитоценоза. Однако отсутствие фактического материала, характеризующего водный баланс типов леса и далеко еще не закончившаяся работа по установлению самих типов леса побуждают признать более правильным при инвентаризации водоохранных лесов применять вышеприведенные схемы-определители к каждому конкретному лесному фитоценозу (выделу леса). Это тем более будет правильным, если учесть, что водоохранные свойства каждого участка леса могут изменяться не только от косвенно и прямодействующих природных факторов, но и от хозяйственного воздействия человека (рубок главного и промежуточного пользования, побочных пользований и т. п.).

Идя навстречу вышеуказанным желаниям производства, я считал возможным в сугубо ориентировочном порядке составить ниже приводимую таблицу 21 оценки водоохранной роли леса по моим пятибальным схемам применительно к типам лесорастительных условий (сериям типов леса С. Я. Соколова и В. Н. Сукачева и типам местопроизрастания П. С. Погребняка).

Серии типов леса С. Я. Соколова и В. Н. Сукачева и типы местопроизрастания П. С. Погребняка по моим представлениям о проявлении в них влияния леса на водный баланс располагаются в следующие ряды:

- а) Очень плохого влияния на водный баланс:
 I. Серии типов леса: 1) сфагновые, 2) долгомошниковые.
 II. Типы местопроизрастания: A₅, A₄, B₅, B₄.
- б) Плохого влияния на водный баланс:
 I. Серии типов леса: 3) черничниковые, 4) частично брусничниковые, 5) частично приручевые.
 II. Типы местопроизрастания: A₃, A₂, A₁, B₃, C₅, C₄, D₅.
- в) удовлетворительного влияния на водный баланс:
 I. Серии типов леса: 6) кисличниковые, 7) лишайниковые, 8) частично брусничниковые и 9) частично приручевые.

несомненно, является наиболее изученным и беспорным. С этой стороны этот подход подкупает. Кроме того трудами Почвенного института А. Н. СССР проделана большая подготовительная работа по составлению специального картографического материала для Европейской части СССР (см. стр. 52). В первом приближении эта работа частью уже закончена, частью, судя по сообщению С. С. Соболева (25), заканчивается. Однако, решение задачи только со стороны этого подхода, с нашей точки зрения очень важного, было бы неполным и методологически тоже неправильным.

Эрозия почвы, являясь в первую очередь следствием неурегулированного поверхностного стока, практически ориентирует лесоводов главным образом на борьбу с последствиями, а не на борьбу

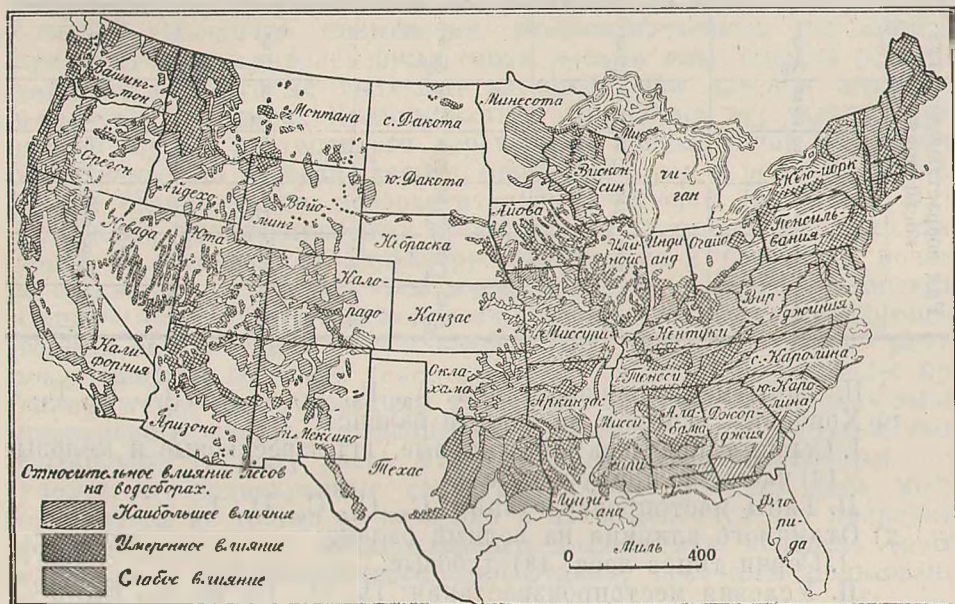


Рис. 12. Картограмма категорий лесов различного влияния на предупреждение эрозии почв (из II тома «А. National Plan for American Forestry, 1933»)

с первопричиной. В данном случае мы имеем в виду именно практическую сторону вопроса — необходимость ведения лесного хозяйства в наших социалистических условиях таким образом, чтобы избежать вредных для всего народного хозяйства последствий в будущем и связанных с этим непроизводительных затрат физического и накопленного труда. Имея в виду эти соображения, при решении задачи о естественно-историческом районировании территории Союза ССР для ведения лесного хозяйства с учетом улучшения влияния леса на водный баланс страны, очевидно, необходимо исходить не от учета лишь отдельных элементов водного баланса и связанных с ними последствий, хотя бы и таких важных как эрозия почвы и т. п., а из учета по возможности всех элементов водного баланса и комплексного воздействия леса на водный баланс в целом по отдельным лесорастительным областям.

По этим (изложенным выше) соображениям я считаю более целесообразным положить в основу районирования водоохраных лесов СССР лесорастительные области, выделенные по восстановлен-

ному растительному покрову на карте растительности СССР Большого советского атласа мира, исходя из положения, что восстановленный коренной растительный покров, являясь хорошим реагентом на всю совокупность условий местопроизрастания, слагаясь в процессе длительной борьбы за существование и естественного отбора, хорошо отображает эти условия, в том числе и комплекс климатических условий и что в конечном итоге именно им и пользуются для целей макрорайонирования и климатологии (Кеппен, Л. С. Берг и др.) и гидрологии (В. И. Рутковский, Д. Л. Соколовский и др.), не говоря уже о явных преимуществах его для районирования растениеводческих, мелиоративных и лесохозяйственных проблем.

Этот третий подход к решению поставленной задачи, теоретически, очевидно, более правильный, практически является наиболее сложным и трудным. Трудность его вытекает из крайней сложности физико-географического комплекса, большой изменчивости леса и в особенности малой изученности взаимоотношений лесов и вод вообще и в географическом разрезе в частности.

Учитывая отмеченные трудности и сложность этого последнего подхода, мы все же делаем первую попытку к отысканию решения этой задачи именно с учетом влияния леса на все основные элементы водного баланса и в целом на их комплекс, конечно, в рамках той качественной (далеко не бесспорной) оценки, какую мы ему даем в настоящей работе.

Для построения таблиц-определителей по лесорастительным областям намеченные в предыдущих разделах (II и III) ведущие факторы отобраны в следующие группы по оцениваемым элементам водного баланса:

1. Достижение осадками почвы: интенсивность осадков, класс формации (характер олистения).

2. Физиологическое испарение: дефицит влажности воздуха, продуктивность, класс формации.

3. Физическое испарение с поверхности почвы: температура, густота древостоя, класс формации.

4. Поверхностный сток:

а) талых вод: высота снегового покрова ко времени наступления снеготаяния (запас воды), процент лесистости, класс формации;

б) дождевых вод: уклон поверхности, водопроницаемость (водо-впитывание) лесной почвы (при определенных почвенно-грунтовых условиях), класс формации.

5. Грунтовый сток: глубина залегания грунтовых вод, развитие корневых систем, класс формации.

6. Эрозия почвы: уклон поверхности, водопроницаемость почво-грунтов, класс формации.

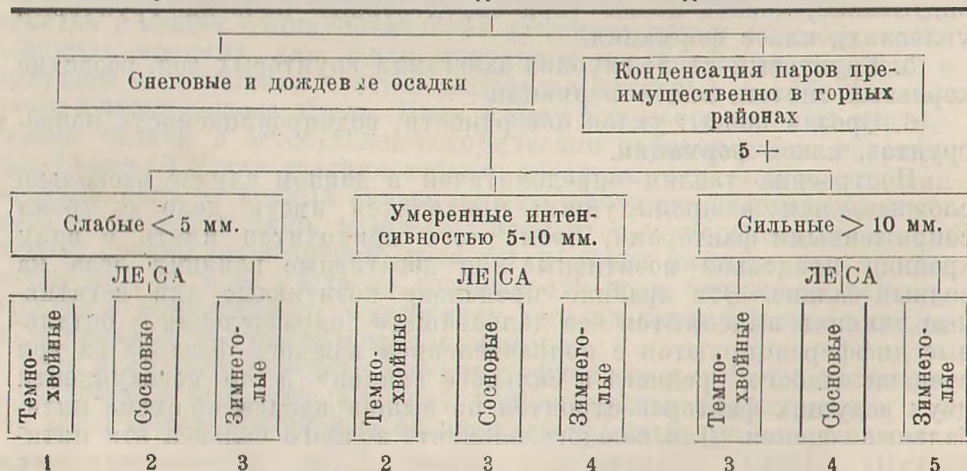
Построение таблиц-определителей в данном случае несколько сложнее, чем в предыдущих: приходится иметь дело с тремя сопряженными факторами, кроме того приходится иметь в виду крайние предельно позитивные или негативные влияния леса на водный баланс. Эти крайние предельно позитивные или негативные влияния выделяются без дальнейшего подразделения, а остальные дифференцируются с подразделением каждого фактора на три степени слабого, среднего и сильного влияния и по совокупности двух ведущих факторов строятся по вышеприведенной схеме пяти-бальные оценки. Для каждого элемента водного баланса эти пяти-бальные оценки строятся для первой пары вышеприведенных

наиболее важных факторов. Эти попарно оцениваемые факторы не повторяются при оценке других элементов водного баланса. Для оценки противоэрозионной роли леса, имея в виду, что эрозия является следствием неурегулированного поверхностного стока и притом преимущественно дождевых (ливневых) вод, принимаются те же факторы, что и для оценки влияния леса на поверхностный сток ливневых вод. Для каждого элемента водного баланса отбор первой пары наиболее важных природных факторов производился с таким расчетом, чтобы один из них принадлежал к физико-географическим, достаточно четко изменяющимся в географическом разрезе по территории СССР, а второй принадлежал к свойствам самого леса. Учет изменения последних под влиянием географической среды достигается учетом третьего фактора — класса формации. Класс формации (темнохвойные, сосновые и зимнеголые), участвуя вместе с интенсивностью осадков в совокупной оценке влияния леса на достижение осадками почвы, оценивается в этом случае полным баллом. В остальных случаях характер олистения древесных пород-эдификаторов вышеуказанных трех классов формаций, служа наиболее надежным признаком комплексного влияния леса на водный баланс со стороны надземных органов, свойств лесной почвы и корневых систем и хорошо отображая влияние леса в географическом разрезе, оказывает непосредственно меньшее влияние на элементы водного баланса, чем другие свойства леса (продуктивность и густота древостоя, процент участия леса на водосборе, водопроницаемость лесных почв и характер развития корневых систем) в сочетании с соответствующими физико-географическими факторами. Во всех этих случаях влияние класса формации, отображая лишь ту или иную тенденцию, в нижеприводимых таблицах-определителях обозначается знаками + или —, указывающими на повышение или понижение ее влияния по сравнению со средним (без знака).

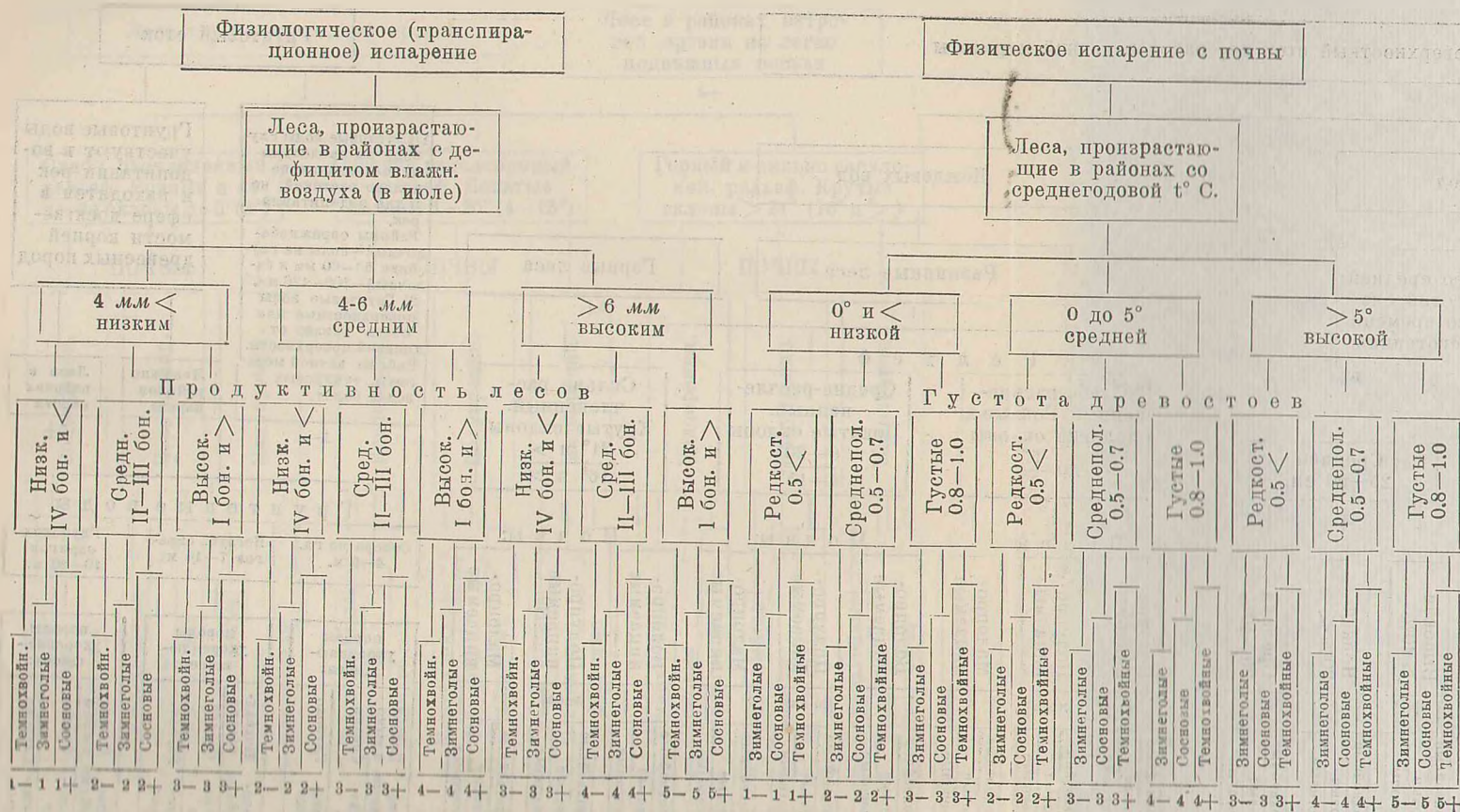
Построенные по изложенным принципам пятибальные оценки влияния леса на осадки, на испарение (физиологическое и физическое), на сток (талых, дождевых и грунтовых вод) и отдельно на эрозию почв приводятся в следующих таблицах-определителях №№ 22, 23, 24 и 25

Таблица 22

Оценка влияния леса на достижение осадками почвы

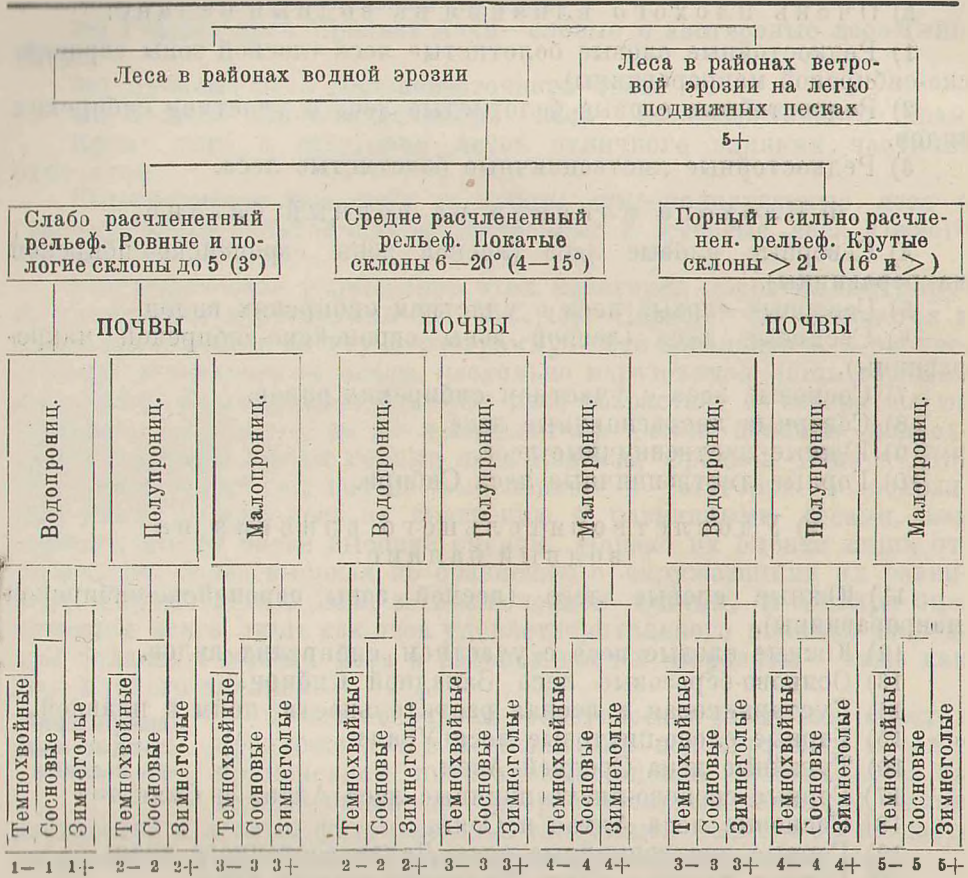


Оценка влияния леса на расход воды на испарение по сравнению с травянистой растительностью



Затем по тем же принципам, которые приведены выше для...

Оценка противозерозивной роли леса (по сравнению с полеводческими культурами)



Для того чтобы перейти от этих таблиц к оценке влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям, мною собран и сопоставлен для каждой лесорастительной области БСАМ ряд показателей, характеризующих водный баланс (см. приложение). С учетом этих показателей по таблицам-определителям произведена последовательная оценка влияния леса на каждый из анализируемых элементов водного баланса по всем лесорастительным областям.

Затем по тем же принципам, которые изложены выше для установления комплексной оценки влияния лесного фитоценоза на водный баланс, была выведена комплексная оценка влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям. На основании этой комплексной оценки каждого выдела лесов на карте растительности СССР Большого советского атласа мира произведено объединение всех выделов лесов в пять категорий, отвечающих пяти баллам:

- а — леса очень плохого влияния на водный баланс,
- б — леса плохого влияния на водный баланс,
- в — леса удовлетворительного влияния на водный баланс,
- г — леса хорошего влияния на водный баланс,
- д — леса отличного влияния на водный баланс,

Таким образом выделенные на карте растительности СССР Большого советского атласа мира лесорастительные области оказались, отнесенными к лесам:

а) Очень плохого влияния на водный баланс:

- 1) Редкостойные еловые болотистые леса (лесной зоны европейско-сибирской макроравнины).
- 2) Редкостойные еловые болотистые леса с участием сибирских видов.
- 3) Редкостойные лиственничные болотистые леса.

б) Плохого влияния на водный баланс:

- 4) Северные еловые леса (лесной зоны европейско-сибирской макроравнины).
- 5) Северные еловые леса с участием сибирских видов.
- 6) Сосновые леса (лесной зоны европейско-сибирской макроравнины).
- 7) Сосновые леса с участием сибирских видов.
- 8) Северные лиственничные леса.
- 9) Южные лиственничные леса.
- 10) Горные лиственничные леса Сибири.

в) Удовлетворительного влияния на водный баланс:

- 11) Южные еловые леса (лесной зоны европейско-сибирской макроравнины).
- 12) Южные еловые леса с участием сибирских видов.
- 13) Осиново-березовые леса Западной Сибири.
- 14) Кустарниковая и лесная растительность пойм и плавней.
- 15) Горные елово-пихтовые леса Урала.
- 16) Тугайные леса Средней Азии.
- 17) Горные сосново-лиственничные леса Алтая и Саян.
- 18) Сосновые леса Алтая и Саян.
- 19) Горные лиственничные леса Дальневосточного края.
- 20) Горные парковые леса Дальневосточного края.
- 21) Пойменные леса Дальневосточного края.

г) Хорошего влияния на водный баланс:

- 22) Хвойные широколиственные леса (лесной зоны европейской макроравнины).
- 23) Широколиственные леса с дубом.
- 24) Широколиственные леса с грабом.
- 25) Лесостепь.
- 26) Горные хвойно-широколиственные и дубовые леса южного Урала.
- 27) Горные буковые леса.
- 28) Горные дубовые леса.
- 29) Горные леса средиземно-морского типа.
- 30) Горные лиственные и арчевые леса Средней Азии.
- 31) Горные парковые леса Алтая и Саян.
- 32) Горные еловые и пихтовые леса Алтая и Саян.
- 33) Горные кедрово-лиственные леса Алтая и Саян.
- 34) Горные сосново-лиственные леса Дальневосточного края.
- 35) Горные еловые и пихтовые леса Дальневосточного края.

д) Отличного влияния на водный баланс:

- 36) Горные елово-пихтовые леса Кавказа.
 37) Горные леса Колхидского типа.
 38) Горные леса Средней Азии—еловые и лиственные леса Тянь-Шаня.
 39) Дубовые леса Дальневосточного края.
 40) Кедрово-широколиственные леса Дальневосточного края.
 Кроме того к категории лесов отличного влияния частично относятся:

Широколиственные леса с дубом; широколиственные леса с грабом; горные хвойно-широколиственные и дубовые леса Южного Урала.

Географическое размещение этих категорий лесов иллюстрирует следующая картограмма (см. рис. 13). Первое, что бросается в глаза при взгляде на эту картограмму — это зональность в распределении водоохраных лесов, несколько нарушаемая лишь горными массивами. Водоохранное значение леса возрастает с севера на юг (оценки в баллах с С на Ю повышаются). Самое большое водоохранное значение имеют горные леса Кавказа, Средней Азии и ДВК (с оценкой 5), до сих пор не выделенные в категорию водоохраных лесов. Горные леса по сравнению с равнинными лесами, как правило, имеют более высокие оценки. Однако их оценка лишь относительно более высокая по сравнению с окружающими их равнинами. Горные леса Урала, за исключением южных, и Сибири оцениваются всего лишь как леса удовлетворительного влияния на водный баланс, а горные леса в районах вечной мерзлоты — даже как леса плохого влияния.

Классификация водоохраных лесов Наша отправная теоретическая схема завершается предложением классификации водоохраных лесов с применением пятибалльных оценок влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям, типам местностей и лесным фитоценозам. В следующей таблице № 26 дана схема этой трехчленной классификации водоохраных лесов.

Таблица 26

Лесорастительные области		Типы местностей		Лесные фитоценозы		Комплексная оценка водоохранной роли леса (общее цифров. выраж. — шифр для случаев, указанных в гр. 2, 4 и 6)
По пятибалльной оценке (см. картограмму)	Шифр	По пятибалльной оценке (см. табл. 18 и 20)	Шифр	По пятибалльной оценке	Шифр	
1	2	3	4	5	6	7
Леса „очень плохого“ влияния на водный баланс	100	Типы местностей в которых лес „оч. плохого“ влияния на водн. баланс	10	Леса оч. „плохого“ влияния на водный баланс	1	111
„плохого“	200	„плохого“	20	„плохого“	2	222
„удовлетв.“	300	„удовлетв.“	30	„удовлетв.“	3	333
„хорошего“	400	„хорошего“	40	„хорошего“	4	444
„отличного“	500	„отличного“	50	„отличного“	5	555

Некоторые примеры применения классификации к инвентаризации лесов
ной практики.

Применение классификации, после приведенного выше освещения роли и значения ее отдельных звеньев, достаточно ясно и просто.

Проиллюстрируем ее применение к инвентаризации лесов на нескольких примерах из лич-

Первый пример. Нижне-Подюжское лесничество б. Вельского уезда б. Вологодской губ. Пробная площадь № 44—1929 г. Водораздельное плато. Угол наклона в сторону болота 0,5°. Почва торфяно-подзолистая со следами оглеения, песчаная. Сосняк долгомошник. 5С5Е + Б. Возраст — 171 г., ср. Н.—20,2 м., ср. d—26,5 см. Бонитет IV, полнота 1,0. Запас 250 м³. Шифр по моей классификации — 212. Расшифровывая его, читаем: 1) Участок леса произрастает в районе плохого влияния леса на водный баланс, конкретно — в области сосновых (северных) лесов; 2) участок расположен в типе местности, в котором лес по сравнению с лугом и полем оказывает очень плохое влияние на использование элементов водного баланса. 3) Наличный фитоценоз дает плохие показатели использования водного баланса, (см. таб. №№ 11—17). Оценка влияния его на все элементы водного баланса не выше 2, за исключением влияния на физическое испарение, которое по таб. № 13 оценивается баллами 4 (по сосне) и 5 (по ели). В данном случае эта последняя оценка не может положительно влиять на повышение комплексной оценки лесного фитоценоза. Напротив, пониженное испарение с поверхности почвы лишь ускоряет процесс заболачивания, а потому комплексная оценка влияния лесного фитоценоза остается „2“. На вопрос, что делать с этим участком с точки зрения оценки влияния леса на водный баланс, напрашиваются два возможных решения: 1) как можно скорее вырубить сплошь наличный древостой, участок передать в луговой фонд, в котором, после применения соответствующей агротехники (хим. мелиорации, срезки кочек и т. п.) могут быть получены достаточно высокие урожаи кормовых трав. Это, повидимому, лучшее решение с учетом развивающегося в Вологодской области животноводства будет правильным и в отношении других народнохозяйственных задач. Понижение чрезмерно высокого (около 80%) процента лесистости за счет вырубки подобных участков леса с соответствующей их мелиорацией несомненно улучшит водопитание местных рек — растянет весенние паводки и увеличит их полноводие, а стало быть улучшит условия сплава и навигации.

2) Оставляя участок в лесном фонде, провести его осушку за 8—10 лет до срубки древостоев, как предлагает проф. А. Д. Дубах, или тотчас после срубки. По осушенному участку пойдет успешное возобновление сосной и березой, продуктивность леса повысится по крайней мере до II бон., что даст основание для оценки нового лесного фитоценоза по крайней мере баллом 4. При надлежащих культуре и уходе его можно довести и до 5. Шифр участка таким образом изменится, станет 214. Расшифровывая его, мы увидим, что, хотя лес и произрастает не на своем месте, но лесное хозяйство достаточно эффективно использует элементы водного баланса, а потому при прочих равных условиях лесное хозяйство будет вправе претендовать, чтобы участок с шифром 212 был передан в луговой фонд раньше, чем участок с шифром 214 и даже 213.

Второй пример. Из того же лесничества. Пробная площадь № 20 — 1929 г. Склон к реке — 7°. Средне-подзолистая суглинистая

КАРТОГРАММА

ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЛЕСА НА ВОДНЫЙ БАЛАНС ПО ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫМ ОБЛАСТЯМ СССР

Сост. Б. Д. Жилкин



Условные обозначения

- 1 Леса очень плохого влияния на водный баланс
- 2 Леса плохого влияния
- 3 Леса удовлетворительного влияния
- 4 Леса хорошего влияния
- 5 Леса отличного влияния

- I — Тундровая зона
- II — Лесная и лесостепная зоны
- III — Степная зона
- IV — Зона полупустыни и пустыни

Условные обозначения

Цифры обозначают номер выдела лесов, отвечающий номеру выдела карты питательности СССР Большого Советского Атласа Мира

- | | |
|---|---|
| <p>Перечень широколиственных лесов</p> <ul style="list-style-type: none"> 6 а - еловые и смешанные широколиственные леса 6 б - широколиственные леса с преобладанием дуба <p>Степные и полупустынные зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> 7 а - степные и полупустынные зоны с преобладанием злаков 7 б - степные и полупустынные зоны с преобладанием злаков и кустарников <p>Южная тундра</p> <ul style="list-style-type: none"> 8 а - еловые и смешанные тундры с преобладанием ели 8 б - еловые и смешанные тундры с преобладанием ели и лиственницы <p>Полупустыни и пустыни</p> <ul style="list-style-type: none"> 9 а - с преобладанием ковыль-типчаковых степей 9 б - с преобладанием саванн | <p>Пояс широколиственных лесов</p> <ul style="list-style-type: none"> 10 а - с преобладанием дуба 10 б - также, но с примесью граба 11 - Осново-березовые леса Западной Сибири заболоченные 12 - Луговые степи (лесостепь) 13 - Ковыльно-разнотравные степи 14 - Ковыльно-типчаковые степи 15 - Ковыльно-типчаково-пыльные степи 16 - Сосновые леса 17 - Остепненные и саваннообразные леса 18 - Горные широколиственные леса в комплексе с балками и лесами 19 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 20 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 21 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 22 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 23 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 24 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 25 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 26 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 27 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 28 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 29 - Растительность горных субальпийских и альпийских лугов (в горных лесах Урала) 30 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 31 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 32 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 33 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 34 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 35 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 36 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 37 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 38 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 39 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 40 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 41 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 42 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 43 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 44 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 45 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок 46 - Горные широколиственные леса с преобладанием дубовых балок |
|---|---|

почва. Ельник кисличник. 9E1C + Б. Возр. 92 г., ср. Н — 23 м., ср. d — 24 см. Бонитет II, полнота — 0,7. Запас 260 м³ на га. Шифр 242. Расшифровывая его получаем: 1) участок леса находится в районе плохого влияния леса на водный баланс (см. картограмму); 2) участок расположен в типе местности, в котором влияние леса на поверхностный сток и связанную с ним эрозию по сравнению с полем и лугом оценивается как хорошее (см. таб. 20) и 3) наличный лесной фитоценоз по большинству показателей (см. т.т. 11—17) имеет оценки влияния его на элементы водного баланса низкие (2); лишь влияние его на твердый сток — эрозию можно признать удовлетворительным и на физическое испарение — хорошим. Но последнее, как мы уже выше отмечали, для данного района не может изменить общей оценки и комплексная оценка поэтому остается „2“.

Несмотря на общее плохое влияние леса в этом районе на водной баланс и плохое влияние на него наличного фитоценоза, этот участок может быть передан в земфонд лишь в последнюю очередь, вследствие того, что тип местности имеет высокую оценку (4); его целесообразно оставить в лесном фонде и зачислить в категорию водоохранных лесов. Превращение его в пашню повлечет развитие эрозии. Доказательством того может служить исследование С. Л. Щеклейна на стационаре в районе г. Кирова, где в аналогичном лесорастительном районе и типе местности на слабоподзоленных глинистых почвах при угле наклона 7° на пашне величина смыва почвы талыми водами при отсутствии притока их с соседней возвышенной площади составляет до 0,3 т. с 1 га, а при наличии притока вышележащих вод — до 3 т. с 1 га. После сильного ливня 22/VII 1935 г., давшего 58,1 мм. осадков за 1 час и коэффициент стока 2,6%, величина смыва почвы в тех же условиях соответственно составляла 5,5 т. и 215 т. с 1 га. Отсюда следует, что если в силу необходимости такой участок все же будет передан в земфонд, то на нем необходимо оставлять широкие (50—60 м.) лесные противозерозные полосы — водопоглотители, чтобы избежать разрушительного притока вод с вышележащих площадей.

При оставлении этого участка в лесном фонде с наличным фитоценозом, конечно, мириться нельзя, его следует реконструировать. Элементарная реконструкция — перевод участка из елового в сосновый, — легко осуществимая благодаря наличию примеси сосны, может повысить комплексную оценку влияния лесного фитоценоза на элементы водного баланса до удовлетворительного значения. Более сложная реконструкция, связанная, например, с культурой лиственницы сибирской и введением нижних почвозащитных и почвоулучшающих ярусов из серой ольхи и липы (последняя была встречена в 1929 г. мною в двух участках данного лесничества) может поднять комплексную оценку влияния лесного фитоценоза на элементы водного баланса до хорошей и даже отличной (после повышения продуктивности до I бон. и создания мягкого гумуса).

Третий пример привожу из области южных еловых лесов. Людиновский лесхоз Орловской области. Серия пробных площадей „В.“ — 1935 г. Склон к реке — 6°. Среднеподзолистая суглинистая почва. Ельник липовый. 7E1C 1 Ос 1Б. Возр. 80 л. Бон. Ia, полнота 0,7. Запас 400 м³ на га. Шифр 442. При переводе участка в сосново-липовый фитоценоз шифр будет 443, при переводе его в березово-липовый — 444, а при переводе в дубраву — 445. Эти оценки подтверждаются данными нашей небольшой экспериментальной проверки (см. таб. 19). Экспериментальный коэффициент поверхностного

стока в ельнике составлял 30% от коэффициента стока на лужайке, в сосняке елово-липовом 7%, а в березняке елово-липовом лишь около 1%. Экспериментальный коэффициент струйного стока, составляя на лужайке 59%, в любом из указанных фитоценозов равнялся 0. Это указывает на то, что в данном типе местности, имея в виду проявление в районе главным образом струйного стока талых вод, любой лесной фитоценоз имеет хорошее водоохранное значение по сравнению с лугом, а потому утверждения со стороны местных лесных работников, что эти участки леса не имеют водоохранного значения и попытка исключения их из водоохранных лесов были явно неправильны. Неправильна и другая тенденция, обнаруженная нами позднее в Людиновском лесхозе — оставлять без ухода в аналогичных условиях местопроизрастания молодняки с господством осины, но с относительно хорошим естественным возобновлением дуба и его спутников. Если это сокращение сырьевой базы дуба неправильно с лесоэксплуатационной точки зрения, то с лесоводоохранной — тем более. Нельзя игнорировать задачи повышения значения влияния лесного фитоценоза на лучшее использование элементов водного баланса. Эта задача у лесоводов, работающих в водоохранных лесах, должна быть основной руководящей задачей.

Четвертый пример. В связи с имевшей место практикой выделения (в бывш. Запобласти, БССР и др.) в качестве водоохранных лесов наводораздельных лесных полос, шириной в несколько километров и вырубкой лесов по склонам, приведу хотя бы один пример возможной ориентировки в этом вопросе с помощью применения нашей классификации.

Искубашская дача Лубянского учебно-опытного лесничества Тат. АССР (см. Жилкин Б. Д. „Лубянского учебно-опытного лесничества“ изд. Лесной опытной станции „Татарстан“ 1928 г.) представляет по своей конфигурации широкую полосу (от 1 до 3 км., расположенную на водораздельном плато между речками Учинкой и Искубашкой. В даче преобладают влажные мелкие серые суглинки на мергелях. Грунтовые воды залегают преимущественно на глубине до 1 м. Углы наклона обычно не превышают 1°.

Искубашскую дачу окружают пашни, занимающие склоны в 6°, со средне-оподзоленными суглинистыми почвами. С приближением к вышеуказанным речкам склоны (особенно западные) становятся более резко выраженными (углы наклона превышают 15°), изрезаны оврагами с обнаженными в результате смыва почв коренными породами — послетретичными суглинками и представляют бросовые земли.

При этом размещении угодий обе речки летом настолько пересыхают, что едва струятся, а в весеннее половодье систематически заносятся продуктами смыва. Водоохранное значение наличной наводораздельной широкой полосы леса (Искубашской дачи) явно небольшое. Механическая расшифровка шифра наличных насаждений Искубашской дачи (432) без учета и анализа ее окружения может привести к решению реконструировать ее наличные фитоценозы в фитоценозы более высокого водоохранного значения, в частности к восстановлению дубрав, что повлечет изменение шифра, примерно, до 434. Однако такое решение вопроса с нашей точки зрения является далеко не полноценным. Мысленно восстанавливая на вышеуказанных безлесных территориях, окружающих Искубашскую дачу, лучшие в водоохранном отношении типы лесных фито-



Фото Б. Д. Жилкина

Рис. 15. *Pinetum eriophoros-sphagnosum*, один из худших в водоохранном отношении типов сосновых лесов. Нижне-Подложская лесная дача Вологодской области. Шифр 211.



Фото Б. Д. Жилкина

Рис. 16. *Quercetum struthiopteriosum*, один из лучших в водоохранном отношении типов леса Казанских нагорных дубрав. Тулбинская лесная дача Татарской АССР. Шифр 445

ценозов (по аналогии с условиями местопрорастания в Гурьевской, Тулбинской, Кумызанской, Ильинской и других известных нам дачах Казанских нагорных дубрав), мы получаем на пашнях *Quercetum aegeroidioso-caricosum* с шифром 444, а по сильно покатым и крутым склонам, ныне занятым бросовыми землями — *Quercetum caricosum* с шифром 454, в то время как в самой Искубашской даче, очевидно, может быть восстановлен *Quercetum dryopteriosum* с шифром 434. Таким образом, условно покрыв все водораздельное пространство между речками Учинкой и Искубашкой типами леса возможно близкого водоохранного значения и применив после этого нашу трехчленную классификацию с ее пятибалльными оценками, мы, начиная от водораздельной линии до подошвы склонов, будем иметь три выдела лесов с шифрами 434, 444 и 454. Имея в виду, что целесообразность территориального размещения лесных угодий и выделения их в категорию водоохранных лесов в пределах одного и того же лесорастительного района отображают в первую очередь показатели второго члена нашей трехчленной классификации, т. е. показатели водоохранной роли леса в зависимости от типа местности, мы, следуя этим показателям, в нашем примере должны были бы выделить в первую очередь в категорию водоохранных лесов лес на территории приречных крутосклонов, ныне занятой бросовыми землями (показатель типа местности 5), затем на пологих склонах, ныне занятых пашнями (показатель 4) и в последнюю очередь выделить водоохранный лес на территории нынешней Искубашской лесной дачи (показатель 3).

Нецелесообразное размещение лесов в бассейнах указанных рек при низкой земельной обеспеченности (1,35 га на душу населения по району Искубашской дачи), высокой степени распаханности земель (62%), низком проценте лесистости (8%) и слабой обеспеченности лесом населения (0,14 га на душу местного населения) и при низких показателях водоохранного значения наличных лесных фитоценозов (2), в условиях нашего планового социалистического хозяйства выдвигают в качестве первоочередной задачи перераспределение угодий по указанным территориям. Необходимо создание лесного массива на площади бросовых земель по приречным крутосклонам, взамен чего водораздельное плато, занятое расстроеными засухой еловыми насаждениями Искубашской дачи с плодородными серыми лесными суглинками, может быть отдано под пашню с разведением на ней 2—3 узких (10—20 м.) снегосборных лесных полос. Для борьбы со смывами и размывами почвы на территории наличных пахотных угодий, расположенных на достаточно выраженных склонах, следовало бы применять травопольные севообороты и заложить 2—3 широких (50—60 м.) противозерозионных лесных полосы. Такое перераспределение территорий между лесом и другими угодьями с разведением лесных массивов по крутосклонам речных берегов, по приовражиям и оврагам и лесных полос на пологих склонах (широких противозерозионных) и на водораздельном плато (узких снегосборных), несомненно, резко улучшит использование водных ресурсов всей рассматриваемой территории и принесет пользу для водного, сельского и лесного хозяйства.

Пятый пример. В районах с сильно расчлененной поверхностью, значительным разнообразием почвенных разностей и при значительном в этих условиях разнообразии лесных фитоценозов бывает особенно трудно организовать лесное хозяйство с учетом разнообразной водоохранной роли отдельных участков, обоснованно сис-

тематизировать их и установить очередность выполнения различных хозяйственных мероприятий. Одним из широко известных примеров такой сложной организации лесного хозяйства может служить Бештаугорская курортная водоохранно-почвозащитная лесная дача, ныне Бештаугорский лесопарк. Разрабатывая проект реконструкции древостоев Бештаугорского лесопарка, З. И. Левкин, применив мою классификацию, предложил следующую очередность реконструкции его древостоев по участкам с аналогичными и близкими по значениям шифрами.

Очередность Шифры	I	II	III	IV	V	Всего
	П л о щ а д ь в г а					
453	904					904
454		639				639
443			1085			1085
444				1380		1380
432						
433					697	697
422						
423						
	904	639	1085	1380	697	4705

Предложенная З. И. Левкиным очередность реконструкции древостоев Бештаугорского лесопарка в основном не вызывает возражений. Бросающееся в глаза слишком широкое объединение участков V очереди с различными по значениям шифрами объясняется автором незначительной площадью участков с шифрами 422 и 423. Однако и при небольшой площади их все же следовало бы выделить в особую группу, т. к. они представляют типы местностей, в которых лес не имеет водоохранного значения, а потому при разнообразии запросов, предъявляемых к лесопарку, эти участки в первую очередь подлежат переводу в другие виды угодий—подсобные плодородные х-ва, виноградники, газоны, цветники, площади для застройки и т. п.

Шестой пример. Первый член нашей трехчленной классификации водоохранных лесов, оценивая влияние леса на водный баланс по лесорастительным областям, отражает не только комплекс природных, но и ряд экономических условий: процент лесистости, степень распаханности земель и их противоэрозионную устойчивость и др. В известной мере он указывает на эффективность затраты труда на лесоразведение на непригодных под с/х культуры землях и на ведение рационального лесного хозяйства в природных лесных угодьях. А потому он должен использоваться как основной показатель очередности выделения водоохранных лесов и как показатель установления того или иного режима лесопользования в них. Чем выше оценка (балл) лесорастительной области, тем раньше в ней должны быть выделены водоохранные леса и тем строже должен быть установлен в них режим лесопользования.

Сопоставляя нашу картограмму оценки влияния леса на водный баланс по лесорастительным областям СССР (см. рис. 13) с планом лесов водоохранной зоны (см. рис. 14), мы видим, что области, в которых леса имеют наибольшее водоохранное значение, у нас пока еще не выделены в водоохранную зону. По нашей оценке леса с отличным влиянием на водный баланс (с баллом 5) произрастают в горных областях на Кавказе, в Среднеазиатских республиках и на Дальнем Востоке. На необходимость выделения водоохранно-почвозащитных лесных массивов в горных районах и именно в этих частях СССР указало Первое всесоюзное совещание по борьбе с эрозией почв в СССР, созданное Советской секцией Международной ассоциации почвоведов совместно с Почвенным институтом Всесоюзной Академии наук 4—7 марта 1936 г. в г. Москве.

Соглашаясь с постановлением данного совещания, что леса здесь „не должны уподобляться заповедникам и подлежать исключению из лесоэксплоатации“, я полагаю, что применение моей классификации к инвентаризации лесов может помочь дифференцированно подойти к решению вопроса об очередности выделения отдельных лесорастительных областей (имеющих и в горных странах оценки от 3 до 5), а внутри их—отдельных лесных массивов (могущих произрастать, как видно из пятого примера, в типах местностей с оценками 2—5) в водоохранную зону, а также решить вопрос и о степени необходимого ограничения лесопользования в них.

Подобных примеров применения нашей классификации можно было бы привести очень много, но и приведенных мы считаем достаточно для того, чтобы показать, что инвентаризация лесного фонда СССР с применением этой классификации, по видимому, облегчит новую и сложную задачу учета водоохранной роли леса.

Основные выводы

Основные выводы из нашего опыта оценки лесов по их влиянию на водный баланс страны следующие:

1. Водоохранная роль леса в условиях Европейско-сибирской макроравнины снижается в направлении с юга на север. Этот вывод, противореча гипотезе акад. Г. Н. Высоцкого, согласуется с директивными установками на третью пятилетку в области лесного хозяйства, подтверждающая целесообразность быстрого развития лесозаготовок в северных и северо-западных районах европейской части Союза, в которых леса в основном не имеют водоохранного значения.

2. Горные леса в общем являются лесами более высокого водоохранного значения, чем равнинные. Вывод, совпадающий с выводом акад. Г. Н. Высоцкого. Однако и они требуют дифференцированной оценки по их влиянию на водный баланс, которое, как напр. в горных лесах в районах вечной мерзлоты, является даже плохим.

3. При дальнейшем выделении лесов в водоохранную зону в первую очередь должны быть выделены леса в областях „отличного“ и „хорошего“ влияния. Чем выше балл, тем строже должен быть устанавливаемый режим лесопользования.

4. Наша пятибалльная оценка лесов СССР по их влиянию на водный баланс, принципиально отличаясь от трехбалльной оценки водоохранных лесов, принятой в Национальном плане лесного хозяйства

Америки (сравн. картограммы — рис. 12 и 13), полнее отображает объективную действительность. После проверки и уточнений ее широким коллективом научных работников и производственников, она, вероятно, сможет служить придержкой для перспективного широкого планирования перераспределения лесных территорий и основных лесохозяйственных мероприятий, требующих учета водоохранной роли леса.

5. Уточненной картограммой оценки влияния леса на водный баланс по лесорастительным районам СССР должна быть дополнена настоящая карта мелиораций СССР (БСАМ). В сочетании с последней она даст более полное представление о географическом размещении различных категорий лесов фитомелиоративного значения (лесных массивов водоохранного значения, противоэрозионных, снего-сборных и полезационных лесных полос).

6. В пределах лесорастительных районов водоохранная роль леса может значительно меняться в зависимости от типов местностей (определенных сочетаний рельефа и почв), для которых нами и составлены отдельные схемы пятибальных оценок (см. табл. №№ 18 и 20 и среднюю часть табл. № 24). Они конкретизируют „область водоразделов“, как область „природных лесных угодий“ в учении акад. В. Р. Вильямса о рациональном размещении основных угодий, как „средстве овладеть водным режимом почвы и страны“.

7. В пределах однородных лесорастительных областей и типов местностей влияние леса на водный баланс зависит от особенностей лесного фитоценоза. Оценка его влияния на водный баланс по специально составленным таблицам-определителям облегчит сознательный выбор лесохозяйственных мероприятий, повышающих водоохранную роль леса.

8. Для увязки разработанных в лесоводстве практических рекомендаций применительно к типам леса с проводимой разработкой их для хозяйства в водоохранных лесах очередной задачей является систематизация, сводка и обработка уже имеющихся данных и сбор дополнительных для оценки водоохранной роли типов леса.

В качестве первой сугубо-ориентировочной придержки может служить приведенный выше опыт оценки водоохранной роли леса применительно к типам лесорастительных условий.

9. Переходным этапом к разработке конкретных лесохозяйственных мероприятий с учетом изложенной отправной теоретической схемы является приведенная выше классификация водоохранных лесов.

*

В отношении пользования всей системой предлагаемых мною пятибальных оценок хочется напомнить взятое в качестве эпиграфа проф. Д. Л. Соколовским (20) в его работе „Нормы максимального стока...“ изречение Дюбуа, что „формулы являются лишь вспомогательным средством, которое должно направлять мысль, но никогда не заменять ее“.

Мы далеки от мысли считать наши схемы безупречными, однако, впредь до того, как будут разработаны более точные методы и получены более надежные показатели сложной взаимосвязи лесов и вод, наша простая трехчленная классификация с ее схемами оценок влияния леса на водный баланс, как показывает ее применение

к конкретным объектам, может оказать некоторую пользу производству „как вспомогательное средство“ для выделения водоохраных лесов, перспективного планирования и разработки лесохозяйственных мероприятий и мелиораций с учетом водоохранной роли леса.

Список важнейшей использованной литературы

1. A National Plan of American Forestry, 1933 г., 2. Проф. В. Д. Жилкин. Опыт оценки водоохранной роли леса. Сборник „Основные задачи лесного хозяйства и агролесомелиорации“. 1936 г. 3. Акад. Г. Н. Высоцкий. Лес сушит равнины и увлажняет горы. „На лесокультурном фронте“, № 2, 1932 г. 4. Он же. Лес и его значение в борьбе с засухой и за полноту и равномерность речного стока. „Соп. лесн. хоз. и агролесомелиорация“ № 1, 1932 г. 5. Он же. Материалы по изучению водоохранной и водорегулирующей роли лесов и болот, 1937 г. 6. Он же. Водоразделы и увлажнения степей 1937 г. 7. Он же. О водоохранном значении лесов Лесн. хоз. № 4 (10), 1933 г. 8. Он же. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов, 1938 г. 9. В. А. Троицкий. Размещение лесов на территории водоохранной зоны, Лесн. хоз., № 10, 1939 г. 10. М. М. Орлов. Очерки лесоустройства, 1924 г. 11. А. С. Козменко. Гидрологические исследования Тульской губ. 1933 г. 12. Г. А. Харитонов. О классификации водоохранно-почвозащитных лесов. Лесн. хоз., № 6, 1938 г. 13. А. И. Летковский. Оценка водоохранного значения лесов при лесоустройстве. В защиту леса, № 3, 1937 г. 14. Проф. А. В. Тюрина. Об организационно-хозяйственных моментах при уходе за лесом. Тр. 1 обл. съезда НИТО лесн. и лесохим. пром. ЦЧО. Воронеж, 1933 г. 15. Л. С. Берг. Основы климатологии, 1938 г. 16. Э. Ю. Берг. Данные о наиболее выдающихся ливневых дождях разной продолжительности за десятилетие 1903—1912 г.г. на территории бывш. Европ. России, Географический сборник, т. IV, в. 3, 1920 г. 17. Е. М. Соколова. Недостаток насыщения влагой воздуха на территории СССР. Тр. Гос. Гидрологического Ин-та, в. 4, 1937 г. 18. Б. Д. Зайков и С. Ю. Беленков. Средний многолетний сток рек СССР. Тр. Гос. Гидрологического Ин-та, в. 2, 1937 г. 19. В. С. Ильин. Грунтовые воды. БСЭ, т. 19, 1923 г. 20. Д. Л. Соколовский. Нормы максимального стока весенних паводков рек СССР, 1937 г. 21. Д. И. Кочерин. Вопросы инженерной гидрологии. 1932 г. 22. Проф. М. Ф. Срибный. Методология расчета максимального ливневого стока. Строительство дорог, 1939 г. 23. М. И. Сумгин. Вечная мерзлота почвы в пределах СССР, 1937 г. 24. Проф. Ф. П. Саваренский. Гидрология, 1935 г. 25. С. С. Соболев. Глубина эрозии в Европейской части Союза ССР, Почвоведение № 9, 1938 г. 26. С. С. Соболев. Эрозия на территории Украинской ССР (методы и опыт районирования). Почвоведение, № 3, 1937 г. 27. Акад. А. Н. Костяков. Основы мелиорации, 1938 г. 28. Л. Т. Земляничский. Об эрозии почв в горных областях южной Киргизии и Узбекистана. Эрозия почв, 1939 г. 29. И. Н. Бойко. Значение рельефа в агротехнике и тракторопользовании. ВНИЭ. 1938 г. 30. Акад. В. Р. Вильямс. Почвоведение, 1938 г. 31. В. В. Гуссис. Борьба с поверхностными смывами почвы, 1934 г. 32. Г. А. Харитонов. Мелiorативно-биологическая характеристика водоохранно-почвозащитных лесов и принципы хозяйства в них, 1937 г. 33. А. С. Козменко, Г. А. Харитонов, Я. В. Корнев, А. Д. Ивановский. Приемы противоэрозивной мелиорации. 1937 г. 34. Ю. К. Киртбая. Механизация закладки террас на склонах. Совет. субтропики, № 2, 1935 г. 35. В. Н. Быстров. К установлению принципов ведения лесного хозяйства в условиях гористого рельефа. Сборник работ по л. х. Баш. Н. Ц. Л. Ст., в. 1, 1938 г. 36. Engler Arnold, Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer Mitt. d. Schweiz. Zentralanst. f. forstliches Versuchswesen Bd. 12. 1919, 37. В. И. Рутковский. Исследования задержания осадков травяным и мховым покровом. Метеорология и Гидрология. № 11, 1936 г. 38. Проф. В. Н. Оболенский. Испарение с поверхности воды и почвы в различных условиях по наблюдениям в Лесном. Тр. по лесн. опыт. делу, в. 5, 1930 г. 39. А. А. Роде. Подзолообразовательный процесс 1937 г. 40. Шишко. К вопросу о методе количественного учета транспирации. Метеорология и гидрология № 1, 1938 г. 41. Проф. М. Е. Тваченко. Водоохранно-защитное значение леса. „На лесокультурном фронте“, № 1 и 3 1932 г. 42. Проф. В. В. Цинзерлинг. Доклад Ученому Совету ВНИИЛХа 17/IV 1938 г. (рукопись). 43. Проф. Н. Н. Степанов. Лес как фактор защиты почвы от эрозий. Борьба с эрозией почв в СССР, 1938 г. 44. А. П. Мальянов. Физические свойства лесной подстилки. Учен. записки СГУ, 1938 г. 45. Он же. Состав, строение и мощность лесной подстилки. Учен. записки СГУ, 1936 г. 46. Он же. Водные свойства лесной подстилки. Саратов Гос. Ун-т, 1937 г. 47. Проф. А. М. Дмитриев и проф. В. А. Харченко. Кормодобывание 1934 г. 48. Oran Raber, Water utilisation by trees, with special reference to economic forest species of the north temperate Zone

Un. St. Dep. of Agriculture, 1937. 49. М. И. Сахаров. Влияние лесных фитоценозов на снеговой покров. Лесн. хоз., № 5, 1939 г. 50. М. И. Сахаров. Промерзание и размерзание почв в лесных фитоценозах. Метеорология и Гидрология. № 11—12 1938 г. 51. Проф. А. Д. Дубах. Влияние леса на речной сток. Лесн. хоз. и лесозащита. № 5, 1934 г. 52. П. А. Качинский. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках, 1927 г. 53 Р. Зон. Леса и воды в свете научных исследований, 1931 г. 54. Проф. Н. И. Рощин. Влияние лесной подстилки на предупреждение смыва почв. Борьба с эрозией почв в СССР, 1938 г. 55. А. Н. Качинский. Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений, 1930 г. 56. G. H. Heath and L. C. Luckwill. The rooting systems of heath plants, with a section on the underground organs of heath bryophytes by O. J. Pullen. The Journal of Ecology, № 2, 1938. 57 Проф. Б. Д. Жилкин, Водоохранные леса (рукопись 1935 467 стр.) 59. В. З. Гулисашвили и А. И. Стратонович. Физические свойства лесных почв и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий. 1935 г. 60. В. И. Рутковский. Опыт географо-гидрологического районирования Европейской части СССР по физико-географическим материалам. Тр. Первого Всесоюз. Географ. Съезда. 1933 г. 61. Водный режим в лесу. Труды ВНИИЛХ, вып. 8, 1939 г.

Prof. B. D. Shilkin.

Versuch zur Bewertung des Einflusses des Waldes auf die Wasserbilanz

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund einer vergleichenden Analyse des Einflusses des Waldes gegenüber dem der Wiese oder des Ackers auf die Elemente der Wasserbilanzformel des Akademiemitglieds Prof. Wysozki (Niederschläge = physikalische Verdunstung + physiologische Verdunstung + oberirdischer Abfluss + unterirdischer Abfluss) gibt der Verfasser seine Begriffsbestimmung des wasserhaltenden Waldes. Er betrachtet dabei die physiologische Verdunstung und den unterirdischen Abfluss als nützliche Elemente, die physikalische Verdunstung und den oberirdischen Abfluss als schadenbringende Elemente der Wasserbilanz. Als wasserhaltend bezeichnet der Verfasser solch einen Wald, der im Vergleich mit der Wiese oder dem Acker eine bessere Ausnutzung der Wasserquellen des Landes sicherstellt und dessen Wasserbilanz positiv ist. Wasserhaltend ist folglich solch ein Wald, der eine aktive Wasserbilanz gewährleistet durch unmittelbare Zunahme des für die Erhöhung der Ertragsfähigkeit nötigen Wasserverbrauchs und durch regelmässige Speisung der Flüsse (Zunahme der positiven Elemente der Wasserbilanz), oder durch Abnahme des schadenbringenden Wasserverbrauchs, d. h. des verheerenden oberirdischen Abflusses und der für das gegebene Gebiet nutzlosen physikalischen Verdunstung (Abnahme der negativen Elemente der Wasserbilanz).

Die wasserhaltende Rolle des Waldes ist um so grösser, je grösser der Einfluss des Waldes im Vergleich mit dem der Wiese und des Ackers auf die Zunahme der positiven oder die Abnahme der negativen Elemente der Wasserbilanz ist.

Bevor die quantitativen Werte der Wasserbilanzverhältnisse und deren Veränderung unter dem Einfluss der Vegetation erhalten werden, empfiehlt der Verfasser, die qualitative Bewertung des Einflusses

des Waldes auf die Wasserbilanz und auf die Faktoren, die sie bedingen, nach der Kombination der entscheidenden paarweise genommenen Merkmale anzunehmen.

Die Bewertung dieser Merkmale wird vom Verfasser in Stärkegraden nach folgendem Schema angegeben:

Merkmal „B“	Merkmal „A“		
	schlecht	genügend	gut
schlecht	1 sehr schlecht	2 schlecht	3 genügend
genügend	2 schlecht	3 genügend	4 gut
gut	3 genügend	4 gut	5 ausgezeichnet

Auf Grund der Analyse des Einflusses der physikalisch-geographischen Verhältnisse auf die Wasserbilanz werden vom Verfasser alle äusseren Faktoren in 3 Kategorien vereinigt: Klima, Geländetyp, der nach der Kombination von Gefälle und Wasserdurchlässigkeit des Bodens und des Untergrunds festgestellt wird, und der Zustand der entsprechenden Pflanzenformation. Da der Letzterwähnte ebenfalls vom Klima und vom Geländetyp abhängt, übt er auf die Wasserbilanz einen verschiedenen Einfluss aus, in erster Reihe je nach dem Vorkommen der entsprechenden Pflanzenformation in diesem oder jenem Klima- und Waldgebiet, in den Grenzen desselben je nach diesem oder jenem Geländetyp und erst in letzter Reihe je nach diesen oder jenen inneren Besonderheiten der Pflanzenformation.

Von den obigen Leitsätzen ausgehend, gibt der Verfasser folgendes Schema der dreigliederigen Einteilung der wasserhaltenden Wälder, indem er für jede von den 3 Kategorien der Faktoren seine Schemas der fünfgradigen Bewertung anwendet:

Waldgebiete		Geländetypen		Forstliche Phytozö- nosen		Komplexe Bewer- tung der wasser- haltenden Rolle des Waldes (gemein- same Chiffre für die in den Spalten 2,4 und 6 angege- benen Fälle).
Nach fünfgra- diger Bewer- tung, (s. das Kartogramm)	Chiffre	Nach fünfgra- diger Bewer- tung (s. Tab. 18 u. 20)	Chiffre	Nach fünfgra- diger Bewer- tung (s. Tab. 11—17)	Chiffre	
1	2	3	4	5	6	7
Wälder, die einen „sehr schlechten“ Einfluss auf die Wasserbi- lanz ausüben .	100	Geländety- pen, wo der Wald einen „sehr schle- chten“ Ein- fluss auf die Wasserbilanz ausübt	10	Wälder, die einen „sehr schlechten“ Einfluss auf die Was- serbilanz aus- üben	1	111
„schlechten“	200	„schlechten“	20	„schlechten“	2	222
„genügen- den“	300	„genügen- den“	30	„genügen- den“	3	333
„guten“	400	„guten“	40	„guten“	4	444
„ausge- zeichneten“	500	„ausge- zeichneten“	50	„ausge- zeichneten“	5	555

Für jedes Glied dieser Einteilung sind vom Verfasser Tabellen zur Bestimmung des Einflusses des Waldes gegenüber dem Einfluss der Grasflora (Wiese und Acker) zusammengestellt.

Zur Bewertung des Einflusses der forstlichen Phytozönosen sind Bestimmungstabellen für folgende Elemente der Wasserbilanz zusammengestellt: 1) die zum Boden gelangende Niederschlagsmenge (Tab. 11), 2) Transpiration (Tab. 12), 3) physikalische Verdunstung von der Bodenoberfläche (Tab. 13), 4) der oberirdische Abfluss der Schneewasser (Tab. 14), 5) der oberirdische Abfluss der Regenwasser (Tab. 15), 6) der unterirdische Abfluss (Tab. 16) und 7) abgedeutet für die Erosion (Tab. 17). Die Bewertung der wasserhaltenden Rolle des Waldes nach den Geländetypen ist in den Tabellen 18 und 20 angegeben. Nach der Ansicht des Verfassers ist die Tabelle 20 besser begründet und kann eine breitere Verwendung finden. Dessenungeachtet hält er die Zusammenstellung von örtlichen Tabellen auch für möglich.

Für die Bewertung des Einflusses des Waldes auf die Wasserbilanz nach den Waldgebieten sind 4 Bestimmungstabellen (22, 23, 24 u. 25) zusammengestellt. Diese Tabellen hat der Verfasser zu den von ihm im Anhang beschriebenen Waldgebieten angewandt, die auf der Vegetationskarte des Grossen Sowjet-Weltatlases dargestellt sind und danach ein Kartogramm der Bewertung des Einflusses des Waldes auf die Wasserbilanz nach den Waldgebieten der UdSSR zusammengestellt (s. Abb. 13.). Dieses Kartogramm spiegelt nach dem Erachten des Verfassers die wasserhaltende Rolle des Waldes nach den geographischen Bezirken der UdSSR besser ab, als das von ihm 1934 zusammengestellte Kartogramm der Bewertung der wasserhaltenden Rolle des Waldes nach den hydrogeologischen Bezirken und als die in „A National Plan for American forestry“ 1933, S. 1511 angegebene Karte des relativen Einflusses des Waldes auf die Wasserbilanz in den Einzugsgebieten der USA.

Im Text sind Erläuterungen über den Gebrauch der Tabellen angegeben.

Weit davon entfernt, seine Schemas als einwandfrei zu betrachten, erlaubt sich der Verfasser immerhin zu äussern, dass, bevor genauere Methoden ausgearbeitet und zuverlässigere Werte der komplizierten Wechselbeziehungen zwischen den Wäldern und den Gewässern erhalten werden, seine einfache dreigliederige Klassifikation mit den entsprechenden Schemas der Bewertung des Einflusses des Waldes auf die Wasserbilanz dem Forstbetrieb einen gewissen Nutzen bringen könnte, als Hilfsmittel bei der Ausscheidung der wasserhaltenden Wälder, bei der Zusammenstellung von Perspektivplänen und Ausarbeitung der forstlichen Maßnahmen und Meliorationen mit Rücksicht auf die wasserhaltende Rolle des Waldes.

Die Durchprüfung der obigen Schemas im Forstbetrieb, die vom Verfasser, seinen Mitarbeitern und Schülern durchgeführt wurde, überzeugt von ihrer praktischen Brauchbarkeit.