

К. Н. ДЬЯКОНОВ, А. Ю. РЕТЕЮМ

ВЛИЯНИЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ЛЕСА
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

Заполнение Камского водохранилища, начавшееся в апреле 1954 г., завершилось весной 1956 г. Образовался искусственный водоем площадью 1735 км², объемом 11 км³, средней глубиной — 6,5 м. При нормальном подпорном горизонте (НПГ) в 108,0 м подпор воды распространился от г. Перми вверх по Каме более чем на 250 км.

Большинство исследований, относящихся к Камскому водохранилищу, касаются вопросов его гидрологического и гидрохимического режимов и воздействия акватории на переработку берегов. В последнее время появились две работы, в которых рассматривается изменение почв и растительности в зоне подтопления водохранилищем (Матарзин, Мацкевич, 1966; Лютин и др., 1966).

В настоящей статье излагаются результаты полевых исследований, проведенных авторами на Камском водохранилище в 1966 г.¹ Обследовались березово-еловые леса, произрастающие в зонах периодического затопления и подтопления водоема. На восточном побережье озеровидного расширения водохранилища, в средней его зоне (по С. Л. Вендрову, 1959), в 2,5 км к югу от дер. Чернушка против г. Чермоза, перпендикулярно к берегу был заложен ключевой профиль. Его территория представляет собой частично затопленную вторую надпойменную террасу Камы, относительная высота которой над НПГ — от —1 до 7 м (Печеркин, 1966). Терраса сложена водопроницаемыми песками верхнечетвертичного возраста (Q₃²). В пределах исследуемой территории, относящейся к подзоне южной тайги, до создания водохранилища господствовали зеленомошно-черничные леса на торфянисто-подзолистых почвах.

Своеобразие водного режима почв прибрежной зоны заключается в зависимости глубины залегания грунтовых вод от уровня режима водохранилища, поскольку после наполнения водоема господствовавший ранее водораздельный тип режима сменился на прибрежный. Согласно исследованиям А. И. Белоликова (1962), подпор грунтовых вод в районе г. Березники, сходном по геоморфологическим условиям с обследованным нами районом, прослеживается на несколько километров от уреза (до 6,5 км вглубь от берега по боковым долинам затопленных рек).

В годовом ходе уровня режима водохранилища можно выделить три периода (рис. 1). Первый период — интенсивной зимне-весенней сработки сливной призмы в интересах усиленной выработки энергии —

¹ Работа является частью программы комплексных исследований Института географии АН СССР по проблеме влияния крупных водохранилищ на природу и хозяйство прилегающих территорий. Руководитель — С. Л. Вендров.

падает на декабрь — конец апреля. За это время уровень снижается с 108,5 до 101—104 м. В результате половодья на Верхней Каме и ее притоках в мае происходит резкое повышение уровня водохранилища, который в июне обычно достигает НПГ или близких к нему отметок. Третий период продолжается с июня по ноябрь, когда допускается лишь небольшое понижение уровня (на 0,5—1 м) в соответствии с интересами водного транспорта и энергетики.

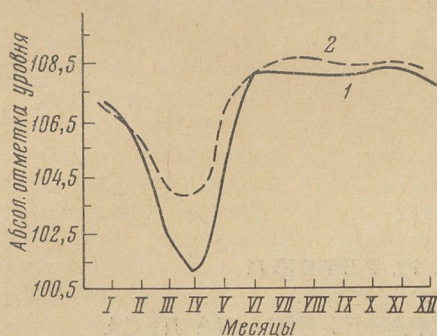


Рис. 1. Ход средних месячных уровней Камского водохранилища (пост Усть-Косьва).
1 — 1959; 2 — 1962 г.

Представленный на рис. 1 годовод ход средних месячных уровней 1959 и 1962 гг. хорошо отражает средние многолетние условия. Важно подчеркнуть, что с июня по сентябрь, т. е. в течение всего вегетационного периода, уровень воды в водохранилище держится на высоких отметках.

В прибрежной полосе водохранилища можно выделить зону периодического затопления, занимающую территорию между уровнем максимальной форсировки уровня и минимальным уровнем сработки перед половодьем, и зону подъема грунтовых и почвенногрунтовых вод.

Зона периодического затопления свойственна каждому водохранилищу с переменным уровнем; на Камском водохранилище спустя десять лет после наполнения водоема лес в зоне временного затопления погиб почти весь. Лишь на отметках 108,5—108,6 м, т. е. на границе с зоной сильного подтопления, сохранились единичные уцелевшие экземпляры ели, которые, однако, имеют почти полностью высохшую крону; их прирост по диаметру упал за последние десять лет более чем в три раза по сравнению с десятилетним периодом до создания водохранилища (1946—1955 гг.).

Усиление скорости ветра, связанное с появлением водоема, равное летом в среднем 20—30%, а осенью 50—80%, вызывает механическое повреждение елей и берез (через охлестывание и выворачивание корневых систем). Этому способствует очень сильная обводненность грунтов и пониженное в связи с этим сцепление корней с почвой. Повсеместно в пределах обследованного нами участка, до отметок 108,9—109,1 м, наблюдаются буреломы из елей, берез и осин.

Зона временного затопления характеризуется большим скоплением леса, который поступает сюда, с одной стороны, в результате вымочки, а с другой — из-за разрушения берегов и потерь при лесосплаве (рис. 2). В узкой прибрежной полосе



Рис. 2. Зона временного затопления (107,5—108,5 м)

скапливаются поля леса шириной до 30—50 м; из-под воды торчат пни и корни деревьев, что сильно осложняет местное «малое» судоходство. «Запасы» леса, обреченного на гибель, составляют, по самым скромным подсчетам, 100—125 м³ на километр длины берега. Лишь небольшая часть этих «запасов» используется на топливо.

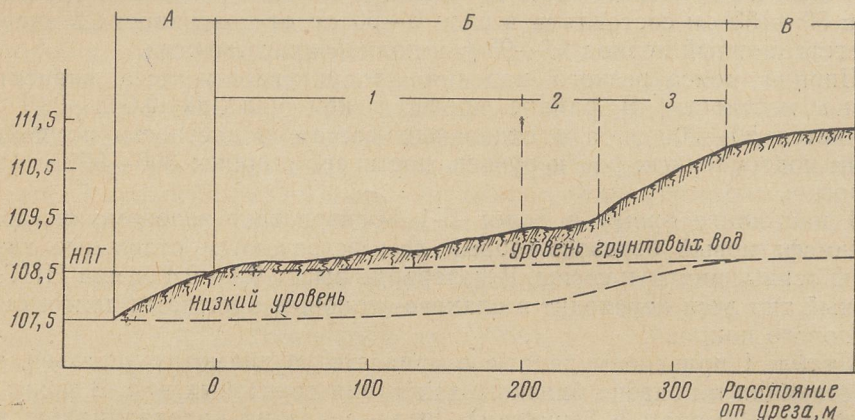


Рис. 3. Схема воздействия водохранилища на прибрежные леса в зоне подъема грунтовых вод.

А — зона периодического затопления, Б — подзона подъема грунтовых вод и их воздействия на лес. Пояса: 1 — отрицательного влияния, 2 — слабого отрицательного, 3 — положительного воздействия. В — подзона, в пределах которой производительность леса не изменилась

Зона подъема грунтовых вод. Для выяснения роли водохранилища в изменении роста леса после его создания сравнивался текущий прирост по диаметру елей и пихт за период до создания водоема (1936—1955 гг.) и после. Текущий прирост по диаметру определялся на уровне груди при помощи бура Пресслера и по спилам деревьев. За пределами зоны гидрогеологического влияния, там, где глубина залегания грунтовых вод более 4 м, взято несколько «реперных» деревьев, прирост которых за 1936—1965 гг. также проанализирован. Это позволило выявить изменения прироста, связанные с преобразованием водного режима при подпоре.

В зоне подъема грунтовых вод по характеру изменения растительности можно выделить две подзоны, отличающихся одна от другой по глубине залегания вод и, следовательно, водному режиму почв. Расчленение прибрежной территории на подзоны представлено на рис. 3. В первой подзоне обособляются три пояса. Первый пояс — пояс отрицательного воздействия водохранилища на почву (Б-1). Его границы — уровень максимальной временной форсировки водохранилища (108,6 м) и горизонталь 109,3 м. Б-2 — промежуточный пояс, слабого (или небольшого отрицательного) влияния; занимает полосу местности между высотами 109,3—109,55 м. Третий пояс — положительного влияния (Б-3); расположен между отметками 109,6—111,0 м. С понижением грунтовых вод ниже почвенного профиля подзона Б-3 переходит в подзону В, где влияние водохранилища через грунтовые воды на леса не проявляется.

В пределах пояса Б-1 после наполнения водохранилища почвенно-грунтовые воды в течение вегетационного периода не опускаются ниже 50—60 см. В мае — июне 1966 г. вода залегала на глубине 45—50 см, а водяные потоки появились уже с глубины 25 см. Вся торфянисто-глеевая супесчаная почва была переувлажнена. По классификации А. А. Роде (1956), водный режим почв рассматриваемого пояса относится к грун-

тово-болотному подтипу, для которого характерна в течение всего теплового периода высокая влажность — 80—95% к полной влагоемкости. Аналогичное положение наблюдается в зоне сильного подтопления на Рыбинском водохранилище, где, по наблюдениям А. А. Успенской и А. М. Леонтьева (1961), влажность дерново-среднеподзолистых средне-оглеенных и перегнойно-глеевых почв при глубине залегания грунтовых вод в 60—150 см составляла в слое 0—50 см от поверхности в среднем за вегетационный период 87—93% к полной влагоемкости.

Ширина пояса резкого падения продуктивности леса зависит от уклона местности. В районе профиля при уклонах 0,005—0,01 она равняется 50—200 м, а в отдельных местах, в частности по поймам долин подтопленных рек и ручьев, достигает ширины 300—500 и более метров.

В настоящее время в поясе Б-1 произрастает зеленомошно-долгомошно-сфагновый березово-еловый лес; встречаются отдельные экземпляры осины, пихты и сосны. В интервале высот 0,1—0,4 м над НППГ названный тип леса переходит в злаково-осоковый с пятнами долгомошно-сфагнового покрова.

В табл. 1 приведены данные о приросте по диаметру деревьев, произрастающих в подзоне близкого залегания грунтовых вод. В поясе Б-1 (данные по 20 елям и 5 пихтам) после создания водохранилища прирост снизился в среднем в два раза. В первые годы существования водоема прирост сильно снизился в местообитаниях, абсолютная высота

Таблица 1

Изменение текущего прироста по диаметру елей и пихт зеленомошно-долгомошного березово-елового леса с черникой после создания водохранилища

Порода	Относи- тельная высота над НПГ, м,	Рассто- яние от уре- за, м	Класс возра- ста	Класс бони- тета	Текущий прирост по диаметру по пятилетиям, мм						Прирост 1956— 1965 гг. в % к 1946 1955 гг.
					до создания водохранилища				после создания водохранилища		
					1936— 1940	1941— 1945	1946— 1950	1951— 1955	1956— 1960	1961— 1965	
Пояс отрицательного воздействия											
Ель	0,15	20	III	III	4,6	4,0	3,5	3,5	1,3	1,2	36
»	0,20	30	III	III	6,0	6,0	4,8	3,0	2,0	1,5	45
»	0,3	35	III	II	8,2	7,0	7,0	4,4	3,4	3,0	56
Пихта	0,35	35	III	III	6,9	7,5	7,3	5,0	4,2	3,2	56
»	0,3	30	II	III	—	9,0	8,0	7,0	4,5	3,0	50
Ель ¹	0,6	40	II	II	—	—	13,0	8,5	8,0	3,5	52
»	0,7	60	II	III	—	6,8	6,9	5,4	4,2	2,2	52
Нейтральный пояс											
Ель	0,85	115	II	III	—	5,0	4,5	5,8	5,5	5,0	102
»	0,9	80	II	III	—	—	7,8	7,5	7,0	7,1	92
»	0,95	100	II	III	—	9,0	9,5	8,7	7,5	9,0	110
Пояс положительного влияния											
Ель	1,1	75	III	II	8,5	9,5	7,0	4,0	9,0	8,5	160
»	1,2	80	III	II	10,0	9,0	8,0	5,0	9,0	8,2	133
»	1,7	110	III	II	3,1	5,0	4,0	3,2	4,5	4,8	142
Ель ¹	2,0	130	III	III	7,0	7,1	7,4	5,1	5,7	9,1	118
»	2,5	150	III	II	2,0	2,0	3,0	3,0	4,4	5,9	171

¹ Деревья, сильно изменившие прирост в последние пять лет.

которых была не более 109,0 м. В расположенных выше участках резкого падения прироста не наблюдалось; ухудшение роста произошло после 1960 г., когда Пермский совнархоз, вопреки интересам комплексного (а не только энергетического) совместного использования водных и других естественных ресурсов (Вендров, 1966; Румянцев, 1966), повысил со 108,0 м НПГ водохранилища до отметки 108,5 м. В связи с этим в пояс отрицательного влияния дополнительно вошла территория, площадь которой по ориентировочным подсчетам равна около 1,2 тыс. га.

Падение прироста по диаметру — далеко не единственный признак ухудшения условий произрастания лесов. У деревьев наблюдается засыхание кроны, снижение общего и тем более текущего бонитетов. Леса из II класса переходят в III, а отдельные экземпляры — в IV класс бонитета. В дальнейшем, очевидно, произойдет трансформация зеленомошно-долгомошно-сфагновых берегово-еловых лесов в злаково-осоковые, а вдоль уреза — постепенное разреживание древостоя, его вымочка и гибель. На месте лесов и прежних суходольных лугов постепенно формируется болотно-луговая растительность, описанная для района пос. Добрянка А. А. Лютиным и др. (1966).

Следующий выделенный нами пояс Б-2 занимает промежуточное положение. Текущий прирост по диаметру после создания водохранилища здесь практически не изменился. Выше 1,1—2,5 м над НПГ расположен пояс положительного воздействия водоема (Б-3). Его ширина в пределах профиля равна 80—120 м. Глубина залегания почвенно-грунтовых вод, даже при самых высоких отметках водохранилища, не менее 0,8—1 м. Здесь господствуют грунтово-полуболотный и грунтово-таежный подтипы водного режима. Растущий в пределах этого пояса лишайниково-зеленомошно-долгомошный березово-еловый лес повысил прирост по диаметру на 30—70%, особенно в последние пять лет, когда была повышена отметка НПГ до 108,5 м. Максимальное увеличение прироста наблюдается там, где глубина залегания вод в течение вегетационного периода составляет 1,1—1,5 м. За пределами зоны влияния водоема на грунтовые воды такого увеличения прироста нигде не наблюдалось.

Наконец, рассмотрим рост елей на территории, где повышение уровня грунтовых вод не коснулось корнеобитаемого слоя. Нами изучены керны и спилы 8 елей, растущих в зеленомошно-черничном с отдельными пятнами лишайника сосново-березово-еловом лесу. Состав древостоя: 7Е+2Б+1С. Лес характеризуется наличием густого елового подроста, несравненно более густого, чем в зоне сильного подтопления. Высота подроста — 0,8—1,4 м. Лес III класса возраста и II класса бонитета. Прирост отдельных деревьев по пятилеткам дан в табл. 2.

Таблица 2

Текущий прирост по диаметру елей и сосен зеленомошного сосново-березово-елового леса в районе Камского водохранилища в подзоне глубокого залегания грунтовых вод

Порода	Относительная высота над НПГ, м	Расстояние от уреза, м	Класс возраста	Класс бонитета	Текущий прирост по диаметру, мм						Прирост 1956—1955 гг. в % к 1946—1955 гг.
					1936—1940	1941—1945	1946—1950	1951—1955	1956—1960	1961—1965	
Ель	5,5	320	III	II	3,0	4,1	3,6	4,8	5,5	4,1	114 ✓
»	3	180	III	II	3,1	5,0	4,0	3,2	4,5	4,4	123
Сосна	6	290	III	I	5,5	7,5	4,6	3,3	5,0	4,8	124
Ель	4,5	350	III	II	—	9,0	9,4	8,7	8,7	8,5	95 ✓

Сравнение данных табл. 1 и 2 показывает различную тенденцию к изменению текущего прироста в подзонах Б и В. Ни на одном из деревьев не наблюдается резкого падения прироста за последние десять лет. Большинство елей повысило прирост на 10—25%. Этому благоприятствовали метеорологические условия последнего десятилетия.

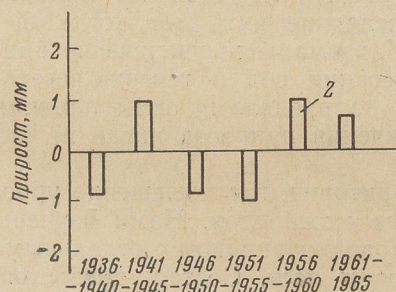
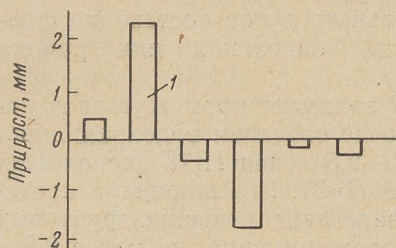
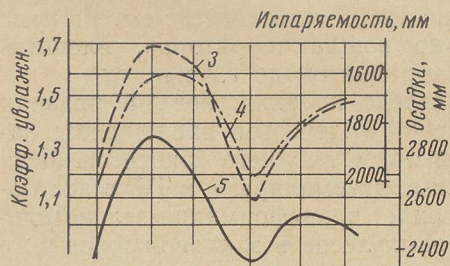


Рис. 4. Связь прироста по диаметру сосен и елей за 1936—65 гг. (в отклонениях от среднего в мм) с метеорологическими условиями вне зоны влияния водохранилища

1 — прирост сосен, 2 — прирост елей, 3 — коэффициент увлажнения за вегетационный период (с мая по август), 4 — испаряемость с мая по август, 5 — суммы осадков за пять лет

Для выяснения роли метеорологических условий в продуктивности лесов сравнивались величины текущего прироста по диаметру по пятилеткам (с 1936 по 1965 гг.) с осадками, испаряемостью и коэффициентом увлажнения равного $\frac{R}{E}$, где R —

осадки, а E — испаряемость. Испаряемость подсчитана по формуле Н. Н. Иванова $E = 0,0018 (25 + T)^2 (100 - f)$, в которой T — средняя месячная температура воздуха, f — средняя месячная относительная влажность воздуха. Испаряемость определена для мая — августа. Коэффициент увлажнения по пятилеткам определен для вегетационного периода как среднее арифметическое коэффициентов увлажнения вегетационного периода каждого года (с мая по август). Все метеорологические данные относятся к станции Чермоз, расположенной на западном берегу водохранилища.

Как явствует из рис. 4, на котором прирост в подзоне В сопоставляется с метеорологическими условиями, продуктивность рассматриваемых нами лесов тесно связана с осадками и коэффициентом увлажнения; причем это положение справедливо в первую очередь для сосен. Прирост тем больше, чем больше выпадает осадков. Эта закономерность, на первый взгляд, противоречит общепринятым представлениям о роли влаги в таежных лесах, расположенных в зоне избыточного увлажнения. Прямая связь осадков с приростом в данном случае объясняется литологическими особенно-

стями территории, которая сложена, как указывалось выше, водопроницаемыми песчаными породами. Глубина залегания грунтовых вод в рассматриваемых водораздельных местообитаниях не менее 2,5—3 м, и корневые системы в маловодные годы испытывают недостаток влаги. Максимальные приросты свойственны влажным и теплым периодам, какими были 1941—1945 и 1956—1960 гг.

Небольшой период существования водохранилища не позволяет произвести анализ по выявлению связи между приростом по пятилеткам и метеорологическими условиями в зоне воздействия водоема. В связи с этим для нескольких деревьев, главным образом елей, нами подсчитан

прирост по диаметру за каждый год и сопоставлен с метеорологическими условиями вегетационного периода, в частности, с осадками мая и июня, испаряемостью июня (когда обычно происходит формирование большей части годичного кольца, Смирнов, 1964) и с условным коэффициентом увлажнения, полученным путем деления суммы осадков (с сен-

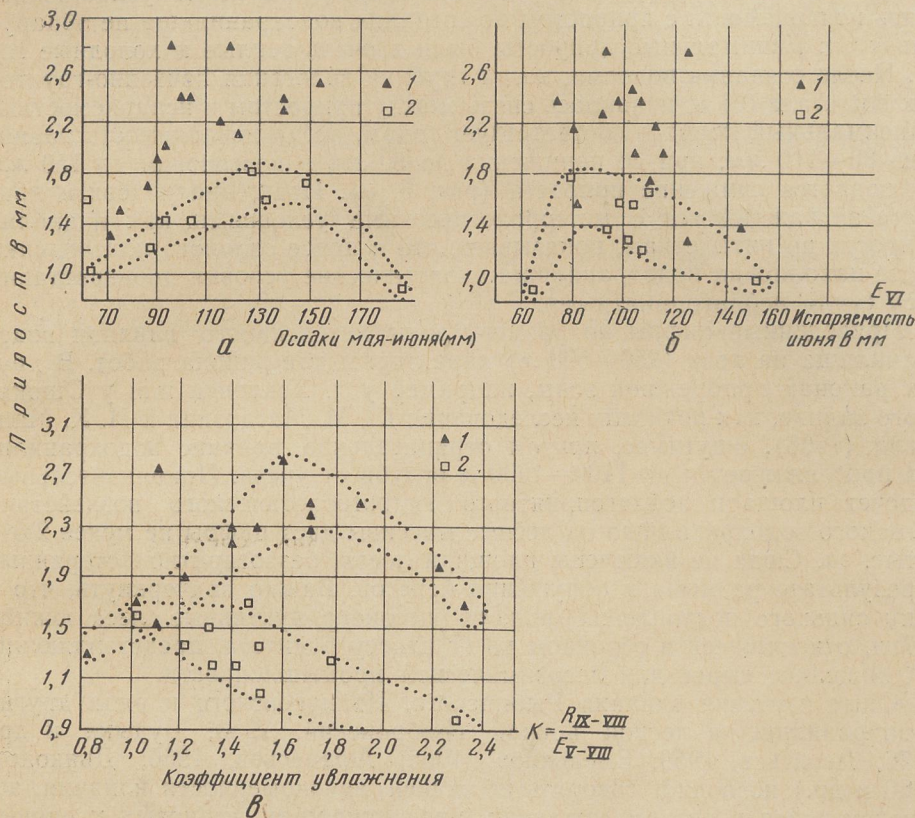


Рис. 5. Сравнения ежегодного прироста по диаметру ели в поясе подтопления (109,1 м) за 1941—1965 гг. с метеорологическими условиями
а — связь с осадками мая и июня, б — связь с испаряемостью в июне, в — с коэффициентом увлажнения. 1 — до 1956 г., 2 — после 1956 г.

тября предыдущего года по август текущего) на испаряемость вегетационного периода (с мая по август). Выбор такого коэффициента увлажнения для доказательства влияния водохранилища объясняется тем, что степень увлажнения почвы, помимо воздействия водоема, определяется также количеством осенних и зимне-весенних осадков. Роль же термических условий осенне-зимне-весеннего периода в произрастании лесов гораздо меньше, чем термических условий вегетационного периода. На рис. 5 приводим результаты анализа ели, произрастающей в поясе Б-1, относительная высота корневой шейки которой над НПГ — 0,6 м.

До и после создания водохранилища прослеживается некоторая связь прироста с осадками и с коэффициентом увлажнения. Важно подчеркнуть, что связь не прямая. До создания водохранилища максимальные приросты по диаметру соответствовали годам, когда в мае и июне выпадало 95—150 мм, а коэффициент увлажнения равнялся 1,4—1,9. Прирост резко падал в годы с низким (0,8—1,1) и высоким (более 2,2) коэффициентом увлажнения. После создания водохранилища характер зависимости прироста от метеорологических условий изменился. Точки, соответствующие периоду после наполнения водоема, на рис. 5, а сместились влево и вниз по сравнению с точками, относящимися к

1941—1955 гг. Это указывает на падение прироста и на повышение увлажнения; максимальный прирост теперь наблюдается в годы, когда выпадает 120 мм осадков, а коэффициент увлажнения равняется 1,0—1,5.

Небольшой ряд наблюдений позволяет говорить лишь о тенденции к изменению связи прироста с осадками и коэффициентом увлажнения. Связь испаряемости с приростом до создания водохранилища не обнаруживается; минимальные приросты были в очень теплые и холодные годы. После создания водоема, когда глубина залегания почвенно-грунтовых вод стала 0,5 м, появилась связь между приростом и испаряемостью. Максимальный прирост соответствует годам, когда испаряемость равнялась 80—110 мм; при ее понижении до 60 мм и повышении до 150 мм наблюдается снижение прироста (рис. 5, б). Итак, анализ связи прироста за каждый год с метеорологическими условиями, как и анализ прироста по пятилеткам, показывает, что в поясе сильного подтопления после наполнения водохранилища экологические условия произрастания леса стали неблагоприятными.

Приведенные цифры по размеру зоны интенсивного влияния водохранилища на леса (250—500 м) характерны для района работ. В других районах прибрежной зоны, например у д. Хохловки или у Ошвинского залива, как показали исследования Ю. М. Матарзина и И. К. Мацкевич (1966), ощутимое, притом отрицательное, влияние водохранилища прослеживается до 1100—1600 м вглубь от уреза. Приблизительный подсчет площади неблагоприятного гидрогеологического воздействия Камского водохранилища на лесные массивы дает цифры не менее 2,5—3 тыс. га. Сюда не включены площади лесов, безвозвратно потерянные в результате размыва и обрушения берегов. Важно подчеркнуть, что в зону сильного подтопления попали высокопродуктивные леса южной тайги, относящиеся в основном ко II классу бонитета, представляющие собой ценное сырье для лесохимической промышленности.

Опыт изучения влияния Рыбинского, Ивановского и ряда других водохранилищ на лесной покров (Бобровский, 1953; Будыка и др., 1956; Леонтьев, 1956; Емельянов, 1965; Афанасьев, 1966; Дьяконов, 1966 и др.) позволяет говорить об общей закономерности влияния, заключающейся в резком снижении продуктивности сосновых и еловых древостоев, относительная высота местообитаний которых над НПГ равна не более 0,5—0,6 м.

Несомненно, что при оценке стоимости сооружения гидроузла следует учитывать этот существенный дополнительный ущерб, причиняемый лесному хозяйству и выражающийся в снижении темпов роста леса.

Институт
географии АН СССР

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев В. А. Лесоводственные методы борьбы с неблагоприятным воздействием водохранилищ на почву и лесные насаждения. Автореферат канд. дис. МЛТИ, М., 1966.
- Белоликов А. И. Гидрогеологические условия территории Камского водохранилища. Разведка и охрана недр, 1962, № 4.
- Бобровский Р. В. О влиянии Рыбинского водохранилища на леса Дарвинского заповедника. В сб.: Рыбинское водохранилище. Изд-во МОИП, М., 1953.
- Будыка С. Х., Купрейчик А. Ф., Макаревич В. С. Влияния подтопления на рост леса. Сб. работ Ин-та леса АН БССР, вып. VII, Минск, 1956.
- Вендров С. Л. Проблемы формирования чаши (берегов и дна) больших водохранилищ. Материалы II геоморфол. совещ., М., 1959.
- Вендров С. Л. Динамика берегов крупных водоемов в связи с использованием водных ресурсов. Изв. АН СССР, серия геогр., 1966, № 2.

- Дьяконов К. Н. Наблюдения за произрастанием лесов в зоне гидрогеологического воздействия Рыбинского водохранилища. Геогр. сообщения, 1966, вып. III, М.
- Емельянов А. Г. Процессы заболачивания берегов Московского моря под влиянием подтопления. Автореферат канд. дис. ИГ АН СССР, М., 1965.
- Леонтьев А. М. Об изменении растительности под влиянием первых лет затопления и подтопления Рыбинским водохранилищем. Тр. Дарвинск. гос. заповед., 1956, вып. III, Вологда.
- Лютин А. А., Матарзин Ю. М., Данилова М. М. К влиянию Камского водохранилища на почвы и растительность прибрежной зоны. Уч. зап. Пермск. гос. ун-та, № 146, Гидрология и метеорология, вып. 1, Пермь, 1966.
- Матарзин Ю. М., Мацкевич И. К. К определению ширины зоны влияния водохранилища на природу прилегающей территории. Уч. зап. Пермск. ун-та, № 146, Гидрология и метеорология, вып. 1, Пермь, 1966.
- Печеркин И. А. Геодинамика побережий Камских водохранилищ. Ч. I. Инженерно-геологические условия. Пермь, 1966.
- Роде А. А. Водный режим почв и его типы. Почвоведение, 1956, № 4.
- Румянцев А. М. Регулирование использования водных ресурсов водохранилищ. Изд-во «Энергия», М.—Л., 1966.
- Смирнов В. В. Сезонный рост главнейших древесных пород. Изд-во «Наука», М., 1964.
- Успенская А. А., Леонтьев А. М. Почвы полей и лугов Дарвинского заповедника. Тр. Дарвинск. гос. заповед., 1961, вып. VII, Вологда.
-