



Ю.В. Лебедев
И.А. Неклюдов

ОЦЕНКА ВОДООХРАННО- ВОДОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ РОЛИ ЛЕСОВ

Екатеринбург
2012

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра землеустройства и кадастров

Ю.В. Лебедев
И.А. Неклюдов

ОЦЕНКА ВОДООХРАННО- ВОДОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ РОЛИ ЛЕСОВ

Методические указания
к выполнению практических занятий
для студентов ЛХФ очной и заочной форм обучения
специальностей 120302 «Земельный кадастр»,
250201 «Лесное хозяйство», 250100 «Лесное дело»,
250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство»
и 250208 «Природопользование»

Екатеринбург
2012

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛХФ.
Протокол № 5 от 18 сентября 2012 г.

Рецензент – доктор эконом. наук, директор УНЦ «Энергосбережение
и экология» В.П. Онуфриев

Редактор О.В. Атрошенко
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 12.11.2012	Заказ №	Формат 60×84 1/16
Плоская печать	Печ. л. 2,09	Тираж 10 экз.
Поз. 41		Цена р. к.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

Настоящие методические указания предназначены для выполнения практических занятий для студентов ЛХФ очной и заочной форм обучения специальностей 120302 «Земельный кадастр», 250201 «Лесное хозяйство», 250100 «Лесное дело», 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство» и 250208 «Природопользование».

В методических указаниях рассмотрены вопросы количественной и качественной оценки водоохранно-водорегулирующей роли лесов, приведены пошаговые инструкции для определения изменения величин осадков и подземного речного стока на безлесных и лесных территориях; для определения возможной экономической ценности водоохранно-водорегулирующей функции и выбора исходных данных для расчета.

Методические указания позволяют студентам решить следующие задачи:

- освоить методы эколого-экономической оценки водоохранно-водорегулирующей роли леса;
- овладеть базами данных о натуральных показателях водоохранно-водорегулирующей роли леса и её экономических эквивалентах.

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 1

Оценка водоохранной роли лесопокрытых территорий

Основные положения

Водоохранная роль лесов выражается в приросте величины осадков над лесопокрытыми территориями благодаря увлажняющему действию лесопокрытых территорий и образованию турбулентных потоков воздуха; часто пишут о приросте величины речного стока. В настоящее время оценка водоохранной роли лесов пока ещё остается дискуссионной. Её достоверная количественная оценка может быть получена после анализа всех величин прихода и расхода воды на лесопокрытой площади значительных территорий (анализа площадей только отдельных водосборных территорий, возможно, недостаточно). Но уже известные знания о водоохранной роли лесов в определённых природных условиях можно считать достаточно убедительными.

М.И. Львовичу принадлежит заслуга в разработке уравнения водного баланса речных бассейнов [1]. К.Н. Дьяконов [2] в последующем представил его в виде

$$(X_1 + X_2) + r = S_{\text{п}} + S_{\text{в}} + S_{\text{г}} + E + T + B \pm g \pm W, \quad (1)$$

где X_1 – атмосферные осадки в жидкой фазе (за тёплый период);

X_2 – атмосферные осадки в твёрдой фазе (за холодный период);

r – роса, иней, изморозь;

$S_{\text{п}}$ – поверхностный сток;

$S_{\text{в}}$ – внутрипочвенный сток;

$S_{\text{г}}$ – внутригрунтовый сток;

E – физическое испарение;

T – транспирация;

B – физическая и химическая аккумуляция воды в годовом приросте фитомассы;

g – фильтрационный поток воды из геосистемы в поток глубинных (нагорных) вод;

W – изменение запасов воды в почве и грунте за годовой период времени.

Роса, иней, изморозь обычно считаются горизонтальными осадками, или конденсационной влагой [3]. Роса образуется в результате конденсации водяного пара из атмосферы, транспирации из нижних

ярусом листьев или из более тёплой влажной почвы за счёт захвата капель тумана различными поверхностями, выделения капельной влаги частями листьев, т.е. по существу это касается как приходной, так и расходной частей водного баланса. Роса оказывает существенное влияние на структуру теплового баланса в ночное и утреннее время, блокируя тепловой поток в почву. Кроме того, она влияет на физиологические процессы в растениях (особенно в районах с малым количеством атмосферных осадков).

Уравнение годового водного баланса (1) характеризует движение воды в пределах больших водосборных территорий, где такие локальные факторы, как перехват осадков кронами деревьев, метелевый перенос снега, не изменяют общие величины приходной и расходной части водного баланса.

Водоохранная роль лесов (приходная часть водного баланса). В табл. 1 приведены величины атмосферных осадков в жидком и твёрдом виде по различным природным зонам и подзонам Среднего Урала (Географический атлас Свердловской области, 1997). Различия между данными двух источников обусловлены, во-первых, слишком усреднёнными значениями Института географии АН СССР для всей европейской части и сибирской территории России и, во-вторых, различиями в рельефе территорий (водосборы горных и равнинных лесов). Дальше в работе будут использовать данные Гидрометслужбы Свердловской области.

Наибольшее количество росы за май–сентябрь выпадает в предгорьях Северного Кавказа (до 7 мм), в северо-западной части на территории России – 4–6 мм. На Среднем Урале и Западной Сибири эта величина составляет 2–3 мм и поэтому не оказывает существенного влияния на суммарную величину приходной части водного баланса.

По данным Н.А. Воронкова [4], количество влаги, поступающей за год в виде инея и изморози, на Истринском опорном пункте ВНИИЛМА (Московская обл.) составило 15,9–16,4 мм, или 9,2–14 % к общему количеству твёрдых осадков. По данным Н.И. Шевелева [5], леса, находящиеся на Среднем Урале на высоте более 450 м над уровнем моря, перехватывают дополнительно из туч горизонтальные осадки (в виде росы, изморози), составляющие 20–30 % от годового количества влаги, поступающей в равнинные леса.

Для обоснования исходных данных при оценке приходной части водного баланса на водосборных территориях рассмотрим влияние лесов на приходную часть водного баланса.

Таблица 1

Величины атмосферных осадков в различных природных зонах (подзонах), мм

Природная зона	По данным Института географии	По данным Гидрометслужбы Свердловской области					
		Жидкие (тёплый период)		Твёрдые (холодный период)		Всего	
		Равнинные леса	Горные леса	Равнинные леса	Горные леса	Равнинные леса	Горные леса
Северная тайга	600-700	350-450	400-500	110-130	150-300	460-580	550-800
Средняя тайга	550-690	320-400	370-470	100-120	130-250	420-520	500-720
Южная тайга	520-650	300-350	330-400	90-110	130-200	390-460	460-600
Смешанные широколиственные леса	490-600	–	300-350	–	120-200	–	420-550
Смешанные предлесостепные леса	470-550	280-300	–	80-100	–	360-400	–

Доказано, что на многих больших водосборных территориях лес увеличивает годовой объём осадков, но при этом следует отметить, что на малых водосборах подобное влияние, как правило, установить трудно. Увеличение количества осадков под влиянием леса обусловлено тем, что лес, создавая дополнительную шероховатость поверхности, замедляет движение воздуха и вызывает возникновение вертикальных потоков, в которых происходит снижение температуры, способствующее выпадению осадков.

В прошлом столетии для исследования влияния леса на осадки в различных районах земного шара были использованы многочисленные данные наблюдений метеорологических станций в районах с различной лесистостью. Эти исследования позволили сделать выводы об увеличении количества осадков под влиянием леса, а для ряда районов выявить зависимость между количеством осадков и лесистостью местности. По многолетним данным Валдайской научно-исследовательской лаборатории, над еловыми лесами осадков выпадает на 13 % больше, а над лиственными – на 11 %, чем над непокрытыми лесом территориями – лугами.

Для территории Московской области установлено, что с увеличением лесистости на каждые 10 % количество осадков возрастает в среднем на 5 мм, в лесостепных районах Западной и Восточной Сибири – на 8–12 мм. В.Н. Данилик [6] на Урале установил, что с изменением лесистости на 1 % годовая величина осадков изменяется на 1,0–1,9 мм.

На основании этих данных Г.П. Макаренко [6] предложил считать, что спелые хвойные леса при возрастании лесистости на 1 % увеличивают величину осадков на территории Среднего Урала в среднем на 1,5 мм (15 м³ на 1 га в год).

Последующий анализ данных Института географии АН СССР и многочисленных исследований водоохранной роли лесов позволил дифференцировать величину прироста осадков с возрастанием лесистости водосборных территорий (табл. 2). С ростом лесистости на 1 % общая величина осадков в горных лесах увеличивается на 1,2–1,8 мм, в равнинных лесах – на 0,6–1,2 мм.

Таблица 2

Показатели влияния лесистости территории на величину атмосферных осадков

Природная зона и подзона	Прирост осадков на 1 % лесистости территории	
	мм	м ³ / га
Горная тайга: северная, средняя, южная	1,6–1,8	16–18
Горные смешанные широколиственные леса	1,2–1,5	12–15
Равнинная тайга: северная, средняя южная	1,0–1,2 0,8	10–12 8
Предлесостепные смешанные леса	0,6	6

В табл. 3 приведены величины атмосферных осадков по лесокатастровым районам Свердловской области: меньшие значения соответствуют восточной части района, большие – западной.

Ниже приведена формула расчета коэффициента прироста осадков – β .

$$\beta = \frac{L \cdot P}{X_{\text{ср}}}, \quad (2)$$

где L – лесистость района, % (табл. 3); P – прирост осадков на 1 % лесистости территории, мм (табл. 2); $X_{\text{ср}}$ – средняя величина годовых осадков в районе, мм (табл. 3).

Таблица 3

Величина атмосферных осадков по лесокадастровым районам
Свердловской области

Лесокадастровый район	Лесистость района, %	Природная зона, подзона	Общая величина осадков, мм	Величина осадков, мм	
			по данным Гидромет Свердл. области (1997 г.)	жидких (за тёплый период)	твёрдых (за холодный период)
1. Ивдель-Оусский горный равнинный	76,7	Северная тайга	550-800 460-580	400-500 350-450	150-300 110-130
2. Серовский горный равнинный	82,9	Средняя тайга	500-720 420-520	370-470 320-400	130-250 320-400
3. Тавдинский равнинный	58,7	Средняя тайга Южная тайга	420-520 390-460	320-400 300-350	100-120 90-110
4. Ново-Лялинский горный равнинный	67,5	Средняя тайга	500-720 420-520	370-470 320-400	130-250 100-120
5. Нижне-Тагильский горный равнинный	65,3	Южная тайга	500-600 390-460	330-400 300-350	130-200 90-110
6. Алапаевский равнинный	77,1	Южная тайга	390-460	300-500	90-110
7. Туринский равнинный	48,8	Южная тайга	390-460	300-350	90-110
8. Красноуфимско-Шалинский горный	62,6	Широколиств. тёмно-хвойн.	320-550	300-350	120-200
9. Екатеринбургский горный равнинный	53,6	Южная тайга	460-600 390-460	330-400 300-350	130-200 90-110
10. Припышминский равнинный	48,2	Предлесостепной	330-400	250-300	80-100

Задание

Оценить водоохранную роль лесокадастрового района в соответствии с выданным вариантом задания, рассчитав коэффициент прироста величины осадков.

Порядок выполнения работы

Рассчитаем коэффициент прироста осадков для Екатеринбургского района на территории равнинных лесов.

Так, согласно табл. 3 лесистость района составляет 53,6 %, природная зона – южная тайга, величина осадков 390–460 мм. Согласно исходным данным из табл. 2 выбираем величину прироста осадков на 1 % лесистости территории – 0,8 мм.

По формуле (2) коэффициент прироста осадков β составляет:

$$\beta = \frac{Л \cdot Р}{X_{\text{ср}}} = \frac{53,6 \% \cdot 0,8}{\left(\frac{390+460}{2}\right)} = 0,10 \text{ или}$$

$$\left(\frac{390 + 460}{2}\right) \cdot 0,10 = 42,5 \text{ мм или } 425 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Общий прирост осадков над территорией района за счет лесов равнинной его части:

$$561500 \cdot 425 = 238637500 \text{ м}^3 \approx 0,24 \text{ км}^3,$$

где 561500 га – площадь лесопокрываемой территории равнинной части Екатеринбургского лесокатастрового района (табл. 4).

Таблица 4

Площадь лесокатастровых районов Свердловской области

Лесокатастровый район	Площадь, тыс. га	
	района	лесопокрываемая
I. Ивдель-Оусский, всего:	2919,5	2239,0
горный		835,7
равнинный		1403,3
II. Серовский, всего:	1821,6	1510,0
горный		548,9
равнинный		961,1
III. Тавдинский		
Всего	3470,2	2042,5
IV. Ново-Лялинский, всего:	1343,0	907,0
горный		660,4
равнинный		246,6
V. Нижне-Тагильский, всего:	1568,0	1024,8
горный		577,9
равнинный		446,9
VI. Алапаевский		
Всего	1111,7	857,1

Лесокадастровый район	Площадь, тыс. га	
	района	лесопокрытая
VII. Туринский Всего	1732,4	845,4
VIII. Красноуфимско-Шалинский Всего	1818,7	1138,0
IX. Екатеринбургский, всего: горный равнинный	2449,3	1305,3
		743,8
X. Припышминский Всего	1195,8	561,5
		575,9
<i>Итого по области:</i> всего	19430,2	12445,0

Контрольные задания для самостоятельной работы

Оценить водоохранную роль лесокадастрового района в соответствии с выданным вариантом задания (табл. 5), рассчитав коэффициент прироста величины осадков.

Таблица 5

Варианты заданий для самостоятельной работы

Вариант	Лесокадастровый район
1	Ивдель-Оусский горный
2	Ивдель-Оусский равнинный
3	Серовский горный
4	Серовский равнинный
5	Тавдинский равнинный, средняя тайга
6	Тавдинский равнинный, южная тайга
7	Ново-Лялинский горный
8	Ново-Лялинский равнинный
9	Нижне-Тагильский горный
10	Нижне-Тагильский равнинный
11	Алапаевский
12	Туринский
13	Красноуфимско-Шалинский
14	Припышминский

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 2

Оценка водорегулирующей роли лесопокрытых участков

Основные положения

Водорегулирующая роль лесов (расходная часть водного баланса). В качестве характеристики водорегулирующей роли лесов обычно используется среднегодовой прирост подземного (грунтового) стока, который зависит от различных параметров расходной части водного баланса (уравнение 1). Этот показатель является первичным эффектом данной функции лесов. Промежуточным и конечным результатами водорегулирующей роли лесов могут быть показатели, характеризующие смягчение наводнений, их предотвращение, содействие лучшему дренажу почв и др.

Оценка водорегулирующей роли лесов большинством исследователей признаётся бесспорной. Под водорегулирующими лесами понимаются те, которые снижают наводнения в периоды снеготаяния и ливней, повышают полноводность рек в меженный период, предотвращают заболачивание или содействуют лучшему дренажу почв, т.е. фактически все леса обладают водорегулирующими свойствами.

Значимость водорегулирующей роли лесов изменяется от наивысшей до низкой. Наивысшей и высокой значимостью обладают леса по берегам рек, склонам лощин, на крутых и покатых склонах, вдоль участков гидрологической сети, сосновые боры на сухих песчаных почвах, леса на песчаных наносах в поймах рек, высокополнотные елово-пихтовые древостои (в том числе сомкнутые тёмнохвойные молодняки). В принципе для определения значений параметров водорегулирующей функции лесов необходимо установить характеристику в зависимости от параметров перечисленных участков леса.

Оценка водорегулирующей роли леса по величине прироста подземного стока начинается с обоснования основных характеристик расходной части водного баланса. В табл. 6 они приведены в виде обобщающих средних годовых показателей поприродным подзонам.

Основной характеристикой расходной части водного баланса, определяющей и водорегулирующую роль лесов, является величина речного стока.

Речной сток – разница между суммой осадков и испарением влаги (включая транспирацию), которая складывается из поверхностного, внутрипочвенного и грунтового стока. Коэффициент речного стока – отношение суммарной величины речного стока к общей величине осадков.

Таблица 6

Характеристика расходной части водного баланса природных подзон европейской части России и Западной Сибири (по данным Института географии АН СССР, 1969 г.)

Подзона	Осадки, мм	Речной сток, мм	Коэффициент речного стока	Поверхностный сток, мм	Подземный сток, мм	Испарение осадков, мм
Северная тайга	600–700	250–300	0,45	180–240	60–100	310
Средняя тайга	550–690	150–250	0,36	120–200	120–200	380
Южная тайга	520–650	70–180	0,27	70–150	70–150	420
Лесостепь	470–580	40–80	0,12	35–60	35–60	490

На величину речного стока оказывает влияние множество физико-географических и лесотаксационных факторов, но важнейшими из них являются температурный режим и лесистость территории.

Влияние величины лесистости на величину речного стока исследовалось многими учёными. Так, в Лаборатории лесоведения АН СССР в результате анализа стока большого количества рек в европейской части СССР было установлено, что годовой речной сток возрастает с увеличением лесистости водосборных территорий. А.В. Рахманов [7], проанализировав сток в бассейнах Оки и Вятки (южная тайга), показал, что с ростом лесистости на каждые 10 % средний годовой сток возрастает на 12–18 мм; последующие исследования подтвердили этот вывод. Близкие данные о влиянии леса на речной сток были получены и другими исследователями. Рост речного стока на лесных водосборах обусловлен увеличением количества осадков и снижением коэффициента испарения.

Конкретные результаты по речному стоку на Среднем Урале приведены в табл. 7.

Гидрологический режим рек Среднего Урала
(по данным А.В. Побединского, 1979 [3])

Река	Период наблюдений, гг.	Средние многолетние показатели речного стока	
		Слой стока, мм	Коэффициент вариации стока
Усьва	1932–1947	398	0,61
	1948–1962	456	0,63
Вильва	1932–1947	427	0,60
	1948–1962	386	0,56
Койва	1933–1947	378	0,57
	1948–1962	369	0,50
Лобва	1936–1947	228	0,49
	1948–1962	205	0,45
Ляля	1936–1948	190	0,41
	1948–1962	160	0,36

В зависимости от расположения створа в подзоне средней тайги на восточном склоне Среднего Урала (в горной или предгорной части) речной сток составляет от 160 мм (р. Ляля) до 230 мм (р. Лобва). В среднем (см. табл. 6) для подзоны средней тайги сток равен 150–250 мм. Тогда средние величины коэффициента речного стока для бассейнов названных рек будут равны:

$$\frac{160 \text{ мм}}{500 \text{ мм}} = 0,32 \quad \text{и} \quad \frac{205 \text{ мм}}{600 \text{ мм}} = 0,34,$$

что вполне соответствует данным табл. 6 (там среднее значение коэффициента 0,36).

В табл. 8 приведены рассчитанные значения коэффициента речного стока по лесокадастровым районам Свердловской области.

Таким образом, коэффициент речного стока по лесокадастровым районам Среднего Урала, уменьшаясь с севера на юг, составляет в горных лесах 0,45–0,28, в равнинных лесах 0,42–0,12. При оценке водорегулирующей роли лесов в качестве сравниваемой базы необходимо рассматривать вариант идентичной водосборной территории, не покрытой лесом, т.е. необходимо знать соответствующий ей

коэффициент речного стока. Величина этого показателя снижается из-за роста коэффициента испарения на безлесных водосборах. Разница в коэффициентах будет увеличиваться от северной подзоны к южной. Из имеющихся данных определить конкретные значения коэффициентов речного стока для безлесных территорий затруднительно, поэтому при последующем рассмотрении водорегулирующей роли лесов будем основываться на данных табл. 8 (его значение меньше 0,12).

Таблица 8

Коэффициенты речного стока по лесокадастровым районам Среднего Урала

Лесокадастровый район	Рельеф	Природная подзона	Коэффициент речного стока
1. Ивдель-Оусский	Горный	Северная тайга	0,45
	Равнинный	– " –	0,42
2. Серовский	Горный	Средняя тайга	0,36
	Равнинный	– " –	0,27
3. Тавдинский	Равнинный	Средняя тайга	0,28
		Южная тайга	0,14
4. Ново-Лялинский	Горный	Средняя тайга	0,36
	Равнинный	– " –	0,27
5. Нижне-Тагильский	Горный	Южная тайга	0,28
	Равнинный	– " –	0,14
6. Алапаевский	Равнинный	Южная тайга	0,14
7. Туринский	Равнинный	Южная тайга	0,14
8. Красноуфимско-Шалинский	Горный	Широколиственно-тёмнохвойная тайга	0,20
9. Екатеринбургский	Горный	Южная тайга	0,28
	Равнинный	– " –	0,14
10. Припышминский	Равнинный	Предлесостепь	0,12

Для оценки водорегулирующей роли леса необходимо обоснование величины коэффициента подземного стока в различных лесорастительных условиях (лесокадастровых районах). Коэффициент подземного стока – отношение величины подземной составляющей речного стока к его суммарной величине. Этот показатель наименее освещён в литературе по водоохранной роли лесов. По данным

Института географии АН СССР (см. табл. 6), величина годового подземного стока по подзонам от северной тайги до лесостепи уменьшается с 60–100 мм до 35–60 мм; здесь не выражена чёткая зависимость коэффициента подземного стока от природных зон.

Одна из отличительных особенностей лесопокрытых водосборов – наличие на поверхности почв лесной подстилки (Прил. 1). Она оказывает большое влияние на формирование стока, в частности, значительно уменьшает испарение воды с поверхности. Установлено, что в разновозрастных древостоях запасы лесной подстилки в 1,3 раза больше, чем в одновозрастных, поэтому они лучше выполняют водорегулирующие функции. В подзонах северной, средней и южной тайги и отчасти в зоне смешанных лесов, где значительное распространение имеют зеленомошные, долгомошные и сфагновые типы леса с развитым торфянистым и торфяным горизонтами почв, в период летне-осенних дождей практически все осадки переходят в подземный сток. В горных тёмнохвойных лесах Среднего Урала везде преобладает подземный (внутрипочвенный) сток; поверхностный сток составляет незначительную величину (отметим ещё раз – даже в горных лесах). Так, по данным, водосборы, сплошь покрытые лесом, имеют очень низкий коэффициент поверхностного стока (менее 0,08).

Таким образом, на лесопокрытых водосборах подземный сток преобладает в составе общего речного стока. В зональном аспекте дифференциация величины подземного стока определяется главным образом рельефом местности (горные и равнинные леса), лесистостью и заболоченностью территории, характеристикой древостоев.

В горных районах коэффициент поверхностного стока в большей мере зависит от крутизны склонов. В Карпатах увеличение уклона местности с 5 до 30° ведёт к возрастанию поверхностного стока в еловом древостое с мощной подстилкой с 0,02 до 0,08, а в редкостойном ельнике со слабой подстилкой – с 0,28 до 0,77.

Увеличение лесистости территории также ведёт к уменьшению поверхностной составляющей речного стока (и соответственно – к росту подземного стока). По усреднённым данным, для таёжной зоны коэффициент поверхностного стока при лесистости 80 % равен 0,08–0,10, при лесистости 40 % – 0,15–0,20. Для Среднего Урала данные о лесистости территории по лесокадастровым районам представлены в табл. 9; процент лесистости составляет от 48,2 % (Припышминский лесокадастровый район) до 82,9 % (Серовский лесокадастровый район). Возрастная характеристика лесов Урала приведена в табл. 10 и 11.

Таблица 9

Значения коэффициентов подземного стока для летнего периода
на лесопокрытых водосборах Среднего Урала

Лесистость территории, %	Вид насаждений	Равнинные леса		Горные леса	
		Суглинистые почвы	Супесчаные почвы	Суглинистые почвы	Супесчаные почвы
> 70	Хвойные	0,80	0,95	0,70	0,90
	Лиственные	0,65	0,80	0,55	0,75
60–70	Хвойные	0,70	0,80	0,65	0,80
	Лиственные	0,60	0,70	0,50	0,70
50–60	Хвойные	0,65	0,75	0,60	0,75
	Лиственные	0,55	0,65	0,45	0,60
40–50	Хвойные	0,55	0,70	0,50	0,60
	Лиственные	0,50	0,60	0,40	0,50
30–40	Хвойные	0,45	0,60	0,40	0,50
	Лиственные	0,40	0,55	0,35	0,45
< 30	Хвойные				
	Лиственные	0,30	0,40	0,25	0,35

Таблица 10

Распределение площади лесов Свердловской области
по группам возраста

Лесо-кадастровый район	Лесо-покрытая площадь, тыс. га	Средний класс бонитета	Группа возраста, %			
			Молодняки	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Ивдель-Оусский	2239,0	III.8	28	22	10	40
Серовский	1510,0	III.6	32	36	9	23
Тавдинский	2042,5	III.7	22	33	11	34
Ново-Лялинский	907,0	III.7	28	40	12	20
Нижне-Тагильский	1024,8	III.9	27	31	15	27
Алапаевский	857,1	III.2	27	35	11	27
Туринский	845,4	II.5	28	28	12	32
Красноуфимско-Шалинский	1138,0	II.3	30	29	11	20
Екатеринбургский	1449,3	II.4	21	45	15	16
Припышминский	1195,8	II.4	16	38	12	21

Таблица 11

Распределение площади лесов по породам и группам возраста в Екатеринбургском лесокадастровом районе Свердловской области (леса лесного фонда)

Древесная порода	Площадь, тыс. га	Группа возраста, га/%					
		Молодняки		Средневозрастные	Приспевающие	Спелые	Перестойные
		I класса	II класса				
Сосна	531,4	48,9/9	89,3/17	230,6/43	76,5/14	72,5/12	13,6/3
Ель	55,3	13,0/23	5,4/10	12,3/22	8,9/16	14,1/25	1,6/3
Пихта	14,1	1,8/13	6,5/46	3,8/27	1,1/8	0,9/6	0,1/1
<i>Итого хвойных</i>	603,1	64,3/11	101,5/17	247,0/40	86,9/15	103,4/18	15,4/2
Берёза	290,7	12,9/4	14,1/6	171,1/38	37,5/13	36,8/12	15,3/5
Осина	39,8	4,0/10	4,8/12	16,6/42	6,8/17	5,3/13	2,3/5
<i>Итого лиственных</i>	335,7	17,0/5	22,1/6	190,9/57	45,5/15	42,6/13	17,6/5
Всего	938,8	81,3/9	123,6/12	437,9/45	132,4/15	130,6/16	33,0/3

Для сравнения рассмотрим опубликованные данные по подземному стоку на безлесных территориях. По данным ВНИИЛМа, в условиях Нечерноземья разница в величине поверхностного стока с лесных и безлесных участков достигает 114 мм, или 1140 м³ на 1 га в год, т.е. согласно табл. 5 большая часть речного стока на безлесной территории состоит из поверхностного. Коэффициент стекания осадков на склонах от 3 до 12° с почвами нормальной влажности (50–60 %) составляет на суглинистых 0,40–0,50, на супесчаных 0,20–0,26, что соответствует коэффициентам подземного стока на безлесных водосборах 0,50–0,60 и 0,74–0,80.

Наличие заболоченных мест способствует увеличению коэффициента поверхностного стока; при заболоченности территории 22 % по сравнению с незаболоченной территорией сток увеличивается почти в 2 раза. Г.П. Макаренко [8] предложил учитывать заболоченность водосборных территорий с помощью специальных коэффициентов (табл. 12).

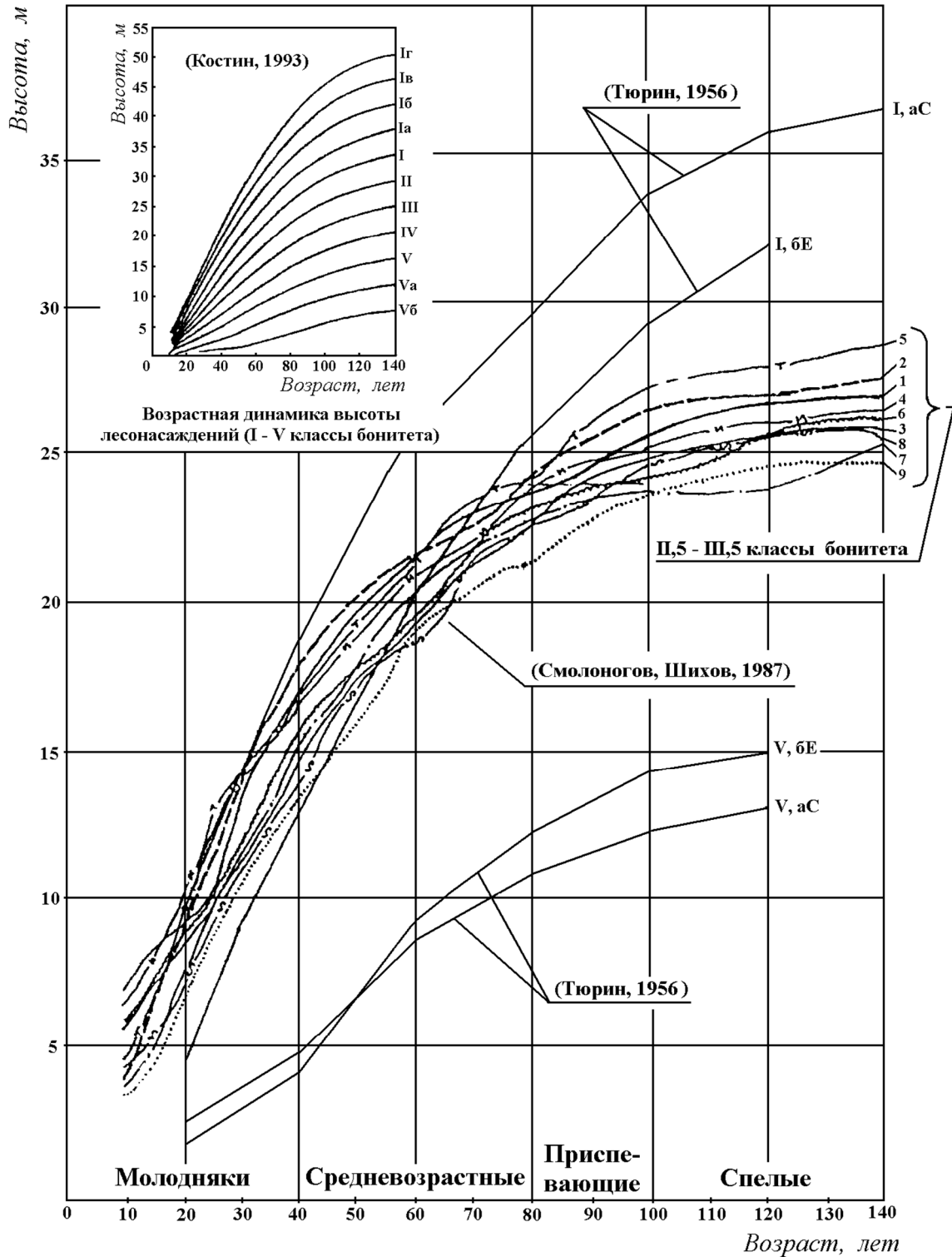
Коэффициенты, характеризующие заболоченность водосбора при оценке водорегулирующей роли лесов (Макаренко, 1996 [8])

Заболоченность местности, %	Коэффициент
0	1,00
1–5	0,95
6–10	0,90
> 10	0,85

В сходных физико-географических условиях влияние леса на речной сток во многом зависит от возраста, полноты, сомкнутости, состава, строения древостоев, типов леса (в том числе почв) и других лесоводственно-таксационных показателей.

По данным Р.И. Ханбекова и А.В. Письмеровой [9], в 150-летнем тёмнохвойном лесу (5ЕЗП2Б) летний поверхностный сток отсутствовал почти полностью, а в 5–10-летних широколиственных злаковых осинниках коэффициент поверхностного стока составлял 0,03–0,05. Влияние на водорегулирующую роль лесов их возраста можно выразить через высоту лесонасаждений. На рисунке представлены данные о динамике изменения высоты древостоев с возрастом. Эти результаты были преобразованы в коэффициенты относительной высоты древостоев, которые в определённой мере и характеризуют водорегулирующую роль лесов в различные возрастные периоды. В табл. 13 приведены средние значения данных коэффициентов.

На водорегулирующую роль лесов в определённой мере также оказывают влияние порода и тип леса (или класс бонитета). В Карпатах в спелом еловом лесу коэффициент стока в 2 раза выше, чем в буковом. На Среднем Урале наибольшее водорегулирующее влияние оказывают сосновые насаждения с глубокой корневой системой – возрастают и внутripочвенный, и внутригрунтовый стоки; еловые насаждения с неглубокой корневой системой увеличивают лишь внутripочвенный сток. Наименьшие значения поверхностного стока (весеннего) наблюдались в сосняке лишайниковом с песчаными почвами, а наибольшие – в сосняке сфагновом (с торфянистыми почвами). На основе сравнительного анализа данных различных классов бонитета (рисунок) можно рекомендовать значения корректирующих коэффициентов, приведенные в табл. 14.



Динамика изменения высоты древостоев с возрастом:

- 1 – сосняк ягодниковый; 2 – сосняк с примесью ели ягодниковый;
- 3 – ельник с примесью сосны ягодниковый; 4 – ельник с примесью сосны травяной;
- 5 – сосняк с примесью ели травяной; 6 – ельник травяной; 7 – ельник липняковый;
- 8 – ельник разнотравный-зеленомошный; 9 – ельник приручевой

Таблица 13

Коэффициенты, характеризующие возраст лесонасаждения
(высоту при оценке водорегулирующей роли лесов)

Группа возраста	Класс возраста	Класс бонитета		
		I	II–III	IV–V
Молодняки	I	0,12	0,14	0,17
	II	0,38	0,42	0,45
Средневозрастные	III	0,58	0,64	0,70
	IV	0,75	0,80	0,83
Приспевающие	V	0,88	0,92	0,95
Спелые	VI	1,00	1,00	1,00

Таблица 14

Коэффициенты, характеризующие класс бонитета лесонасаждений
при оценке водорегулирующей роли лесов

Класс бонитета	Коэффициент
I	1,3
II	1,0
III	0,9
IV	0,7
V	0,6

При определении водорегулирующей роли Г.П. Макаренко [9] предложил учитывать полноту насаждений также с помощью специальных коэффициентов (см. табл. 13).

В результате анализа установлены средние значения коэффициента подземного стока для летнего периода в зависимости от лесистости, рельефа территории, вида лесонасаждений и механического состава почв (табл. 15).

Таблица 15

Коэффициенты, характеризующие полноту насаждений
при оценке водорегулирующей роли лесов (Макаренко, 1996 [9])

Полнота насаждения	Коэффициент
0,9–1,0	0,95–1,00
0,7–0,8	0,85–0,90
0,5–0,6	0,75–0,80
0,3–0,4	0,65–0,70

В общем виде величина среднегодового прироста подземного стока ΔS как разница между фактическим стоком на лесопокрытом водосборе и теоретическим подземным стоком на безлесной территории определяется выражением

$$\Delta S = \{X \cdot \alpha \cdot C_1 - X \cdot (1 - \beta) \cdot \alpha \cdot C_2\} \cdot K_1, \quad (3)$$

где X – суммарная величина осадков;

α – коэффициент речного стока;

β – коэффициент прироста осадков благодаря лесам;

C_1 и C_2 – коэффициенты подземной составляющей речного стока соответственно для данной лесопокрытой и безлесной территории;

K_1 – коэффициент заболоченности территории.

Наибольшая выраженность первичного эффекта водорегулирующей роли лесов проявляется в летний период; в этом случае величина прироста подземного стока будет равна:

$$\begin{aligned} \Delta S &= \{X \cdot \alpha \cdot C_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 - X \cdot (1 - \beta) \cdot \alpha \cdot C_2\} K_1 \cdot \mu = \\ &= X \cdot \alpha \cdot K_1 \cdot \mu \{C_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 - (1 - \beta) \cdot C_2\}, \end{aligned} \quad (4)$$

где μ – доля (от 1) летних осадков в сумме годовых;

K_2, K_3 – коэффициенты, корректирующие возраст и класс бонитета насаждений;

K_4 – коэффициент, корректирующий полноту насаждений.

Для определения экономического эффекта от данной роли леса требуется выбрать экономический эквивалент. Им могут быть водная рента, коммунальные платежи за воду, тарифы за забор воды промышленными предприятиями или даже стоимость чистой бутилированной воды и др. (табл. 16).

Таблица 16

Существующие экономические эквиваленты 1 м³ воды при оценке водоохранно-водорегулирующей роли лесов

Источник информации	Экономический эквивалент
Закон Свердловской области о платах за воду (2002 г.)	6,5–7,0 коп. / м ³
Удельные нормативы на строительство новых гидрозлов (Хильченко, 1998 г.)	> 0,87 руб. / м ³
НПП «Кадастр», г. Ярославль (2000 г.)	3,22–4,80 руб. / м ³
Отождествление водоочистительного сооружения с лесной территорией (Бобылев и др., 2001 г.)	2,7–5,0 руб. / м ³

Окончание табл. 16

Источник информации	Экономический эквивалент
«Готовность платить» за воду (НПП «Кадастр», г. Ярославль, 2000 г.)	0,82 руб. / м ³
Отождествление водоочистительной роли леса с фильтрующими сооружениями (Лебедев, 1998 г.)	До 6–10 руб. / м ³

Также экономический эффект следует определять с учетом фактора времени (формула 5). Ставки дисконта и коэффициенты дисконтирования приведены в табл. 17.

Таблица 17

Значения ставки дисконта и коэффициента дисконтирования в зависимости от величины периода дисконтирования (по модели сложных процентов)

Период дисконтирования, лет	Ставка дисконта P	Коэффициент дисконтирования d	Период дисконтирования, лет	Ставка дисконта P	Коэффициент дисконтирования d
≤ 5	0,1726	0,392	40–44	0,0409	0,188
6	0,1504	0,376	45–49	0,0375	0,179
7	0,1354	0,361	50–54	0,0346	0,172
8	0,1239	0,347	55–59	0,0321	0,166
9	0,1147	0,334	60–64	0,0299	0,161
10	0,1071	0,322	65–69	0,0280	0,157
11	0,1007	0,311	70–74	0,0264	0,153
12	0,0952	0,301	75–79	0,0249	0,150
13	0,0889	0,290	80–84	0,0236	0,147
14	0,0859	0,284	85–89	0,0225	0,144
15–16	0,0820	0,277	90–94	0,0214	0,142
17–19	0,0755	0,263	95–99	0,0204	0,140
20–24	0,0667	0,251	100–119	0,0196	0,138
25–29	0,0570	0,230	120–149	0,0165	0,136
30–34	0,0502	0,213	150–199	0,0132	0,134
35–39	0,0450	0,199	≥ 200	0,0101	0,130

$$\mathcal{E}_b = \Delta S \cdot t_i \cdot d_i \cdot r, \quad (5)$$

где t_i – продолжительность i -ой группы возраста лет;
 d_i – коэффициент дисконтирования;
 r – стоимость (водная рента) 1 куб. м воды.

Задание

Оценить водорегулирующую роль лесопокрытого участка в соответствии с выданным вариантом задания, рассчитав изменение величины подземного стока и экономический эффект.

Порядок выполнения работы

Пример. Рассчитаем величину прироста подземного стока и стоимость водорегулирующей роли леса на 1 га за летний период в спелом сосняке зеленомошном (II класс бонитета) при следующих исходных данных: средняя величина осадков за год $X = 650$ мм; коэффициент речного стока $\alpha = 0,36$; средняя доля летних осадков $\mu = 0,78$; коэффициенты подземного стока $C_1 = 0,85$, $C_2 = 0,20$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1$:

$$\Delta S = 650 \cdot 0,36 \cdot 0,95 \cdot 0,78 \cdot \{0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 - 0,20\} = 126,57 \text{ мм}$$

или $1265,7 \text{ м}^3/\text{га}$.

Для остальных групп возраста аналогичным образом: для периода молодняков $\Delta S = 278,9 \text{ м}^3/\text{га}$; для периода средневозрастных насаждений $\Delta S = 853,1 \text{ м}^3/\text{га}$; для периода приспевающих насаждений $\Delta S = 1147,8 \text{ м}^3/\text{га}$.

Суммарный экономический эффект водорегулирующей роли леса \mathcal{E}_b с учетом различных коэффициентов дисконтирования для разных групп возраста при величине водной ренты $13,8 \text{ руб./м}^3$ составит:

$$\mathcal{E}_b = (278,9 \cdot 40 \cdot 0,251 + 853,1 \cdot 40 \cdot 0,161 + 1147,8 \cdot 20 \cdot 0,142 + 1265,7 \cdot 20 \cdot 0,137) \cdot 13,8 = 207024 \text{ руб./га.}$$

Заболоченность территории (%), рельеф, природную подзону, коэффициенты речного стока взять такие же, как в расчетной работе № 1.

Контрольные задания для самостоятельной работы

Вариант	Площадь, га	Класс бонитета	Полнота насаждения	Породный состав	Почвы	Распределение по классам возраста М/Ср/Пр/Сп, %	
						Хвойные	Лиственные
1	13108	I	1	42Е17С1П32Б5ОС2 ЛП1ОЛ	Суглинистые	20/32/3 8/10	16/18/30 /26
2	33250	II	0.9	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Супесчаные	16/18/3 0/26	21/36/19 /24
3	33224	III	0.8	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Суглинистые	23/17/3 1/29	32/22/30 /16
4	11177	IV	1	13Е42С2П26Б11ОС 5ЛП1ОЛ	Супесчаные	21/36/1 9/24	26/14/32 /28
5	31995	II	0.7	42Е17С1П32Б5ОС2 ЛП1ОЛ	Суглинистые	32/22/3 0/16	11/9/25/ 55
6	23746	III	0.8	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Супесчаные	15/18/2 5/42	31/22/24 /25
7	21860	IV	0.9	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Суглинистые	26/14/3 2/28	22/18/26 /34
8	23358	II	0.6	13Е42С2П26Б11ОС 5ЛП1ОЛ	Супесчаные	17/16/2 8/39	25/11/33 /31
9	24902	III	0.7	42Е17С1П32Б5ОС2 ЛП1ОЛ	Суглинистые	11/9/25/ 55	16/18/30 /26
10	20991	II	0.8	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Супесчаные	29/26/1 1/34	21/36/19 /24
11	20237	I	0.9	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Суглинистые	31/22/2 4/25	32/22/30 /16
12	19844	II	1	13Е42С2П26Б11ОС 5ЛП1ОЛ	Супесчаные	22/18/2 6/34	17/16/28 /39
13	16553	III	0.9	42Е17С1П32Б5ОС2 ЛП1ОЛ	Суглинистые	14/16/3 1/29	22/18/26 /34
14	12686	IV	0.8	28Е22С27Б10ОС11 ЛП2ОЛ	Супесчаные	25/11/3 3/31	14/16/31 /29

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 3

Оценка водорегулирующей роли лесопокрытых территорий

Основные положения

Основные положения расчета водорегулирующей роли лесопокрытых территорий аналогичны её оценке на лесопокрытых участках с учетом больших территорий.

Задание

Оценить водорегулирующую роль равнинной части территории лесокатастрового района Свердловской области в соответствии с выданным вариантом задания, рассчитав изменение величины подземного стока и экономический эффект.

Порядок выполнения работы

Рассчитаем величину прироста подземного стока и стоимость водорегулирующей роли леса за летний период в Екатеринбургском лесокатастровом районе, равнинной его части. Подберем исходные данные для расчета. Так, согласно табл. 3 лесистость района составляет 53,6 %, природная зона – южная тайга, величина осадков на равнинной территории 390–460 мм, доля заболоченных лесов в лесопокрытой территории 8,3 % (Прил. 2), коэффициент речного стока $\alpha = 0,14$ (табл. 8), средняя доля летних осадков $\mu = 0,78$, коэффициенты подземного стока $C_1 = 0,65$ для хвойных и $0,55$ для лиственных (табл. 15) $C_2 = 0,20$; площадь лесопокрытой территории 561,5 тыс. га, (табл. 4), полнота лесонасаждения 0,9 (Прил. 3). Средний класс бонитета II (табл. 10; Прил. 4), распределение по группам возраста: молодняки – 21%, средневозрастные – 45 %, приспевающие – 15 %, спелые и перестойные – 16 %; соотношение по породам: 80 % хвойных, 20 % лиственных.

Сначала найдем изменение подземного стока для хвойных лесов.

Молодняки:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,65 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 6,14 \text{ мм} = 61,4 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Средневозрастные:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,65 \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 20,74 \text{ мм} = 207,4 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Приспевающие:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,65 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 28,62 \text{ мм} = 286,2 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Спелые и перестойные:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,65 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 31,78 \text{ мм} = 317,8 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Найдем изменение подземного стока для лиственных лесов.

Молодняки:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,55 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 4,02 \text{ мм} = 40,2 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Средневозрастные:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,55 \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 16,37 \text{ мм} = 163,7 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Приспевающие:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,55 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 23,04 \text{ мм} = 230,4 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Спелые и перестойные:

$$\begin{aligned}\Delta S &= 650 \cdot 0,14 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot \{0,55 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 - 0,12\} = \\ &= 25,71 \text{ мм} = 257,1 \text{ м}^3/\text{га}.\end{aligned}$$

Теперь рассчитаем стоимость водорегулирующей функции леса для каждой группы возраста хвойных и лиственных лесов.

Хвойные молодняки:

$$\mathcal{E}_B = (61,4 \cdot 40 \cdot 0,251) \cdot 13,8 = 8507 \text{ руб./га}.$$

Хвойные средневозрастные:

$$\mathcal{E}_B = (61,4 \cdot 40 \cdot 0,251 + 207,4 \cdot 40 \cdot 0,161) \cdot 13,8 = 26939 \text{ руб./га.}$$

Хвойные приспевающие:

$$\mathcal{E}_B = (61,4 \cdot 40 \cdot 0,251 + 207,4 \cdot 40 \cdot 0,161 + 286,2 \cdot 20 \cdot 0,142) \cdot 13,8 = 38156 \text{ руб./га.}$$

Хвойные спелые и перестойные:

$$\mathcal{E}_B = (61,4 \cdot 40 \cdot 0,251 + 207,4 \cdot 40 \cdot 0,161 + 286,2 \cdot 20 \cdot 0,142 + 317,8 \cdot 20 \cdot 0,137) \cdot 13,8 = 50173 \text{ руб./га.}$$

Лиственные молодняки:

$$\mathcal{E}_B = (40,2 \cdot 30 \cdot 0,277) \cdot 13,8 = 4611 \text{ руб./га.}$$

Лиственные средневозрастные:

$$\mathcal{E}_B = (40,2 \cdot 30 \cdot 0,277 + 163,7 \cdot 30 \cdot 0,188) \cdot 13,8 = 17351 \text{ руб./га.}$$

Лиственные приспевающие:

$$\mathcal{E}_B = (40,2 \cdot 30 \cdot 0,277 + 163,7 \cdot 30 \cdot 0,188 + 230,4 \cdot 20 \cdot 0,157) \cdot 13,8 = 27335 \text{ руб./га.}$$

Лиственные спелые и перестойные:

$$\mathcal{E}_B = (30,2 \cdot 40 \cdot 0,277 + 163,7 \cdot 30 \cdot 0,188 + 286,2 \cdot 20 \cdot 0,157 + 257,1 \cdot 20 \cdot 0,144) \cdot 13,8 = 37553 \text{ руб./га.}$$

Площадь лесопокрытой равнинной территории Екатеринбургского лесокадастрового района составляет 561500 га, следовательно, хвойных $561500 \cdot 0,8 = 449200$ га, лиственных – 112300 га. Найдем суммарный экономический эффект:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_B &= 449200 \cdot (8507 \cdot 0,21 + 26939 \cdot 0,44 + 38156 \cdot 0,15 + 50173 \cdot 0,16) + \\ &+ 112300 \cdot (4611 \cdot 0,21 + 17351 \cdot 0,44 + 27335 \cdot 0,15 + 37553 \cdot 0,16) = \\ &= 12303906932 + 2101299204 = 14405206136 \text{ руб.} = 14,4 \text{ млрд руб.} \end{aligned}$$

Контрольные задания для самостоятельной работы

Оценить водорегулирующую роль равнинной части территории лесокадастрового района Свердловской области в соответствии с выданным вариантом задания, рассчитав изменение величины подземного стока и экономический эффект.

Варианты заданий для самостоятельной работы

Вариант	Лесокадастровый район
1	Ивдель-Оусский горный
2	Ивдель-Оусский равнинный
3	Серовский горный
4	Серовский равнинный
5	Тавдинский равнинный, средняя тайга
6	Тавдинский равнинный, южная тайга
7	Ново-Лялинский горный
8	Ново-Лялинский равнинный
9	Нижне-Тагильский горный
10	Нижне-Тагильский равнинный
11	Алапаевский
12	Туринский
13	Красноуфимско-Шалинский
14	Припышминский

Приложения

Приложение 1

Лесные почвы Свердловской области
по лесокадастровым районам

Лесокадастровые районы	Почвы (типы и подтипы)
I. Ивдель-Оусский северотаёжный лесопромышленный	Горно-лесные бурые фрагментарные, бурые грубогумусные, подзолистые, торфянисто-подзолисто-глеевые, бурые оподзоленные глееватые, элювиально-поверхностно-глеевые, торфянисто-глеевые, торфяно-глеевые, дерново-подзолистые, дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом, дерново-подзолистые остаточнокarbonатные, черноземовидные (лугово-черноземные), торфяно-глеевые, торфяные почвы
II. Серовский среднетаёжный лесопромышленный	Подзолистые, подзолистые оглеенные, серые лесные, дерново-подзолистые, бурые грубогумусные, бурые оподзоленные, горно-лугово-лесные, луговые, торфяно-глеевые, торфяные, реже серые лесные
III. Тавдинский средне- и южнотаёжный лесопромышленный	Почвы те же, что и в Ивдель-Оусском районе
IV. Ново-Лялинский среднетаёжный лесопромышленный	Почвы те же, что и в Серовском районе
V. Нижне-Тагильский южнотаёжный защитно-эксплуатационный	Примитивно-аккумулятивные горно-лесные, бурые горно-лесные, бурые оподзоленные горно-лесные, дерново-подзолистые, дерново-листогенные, псевдоподзолистые (дерново-палевоподзолистые), дерново-глеевые, дерново-подзолисто-глеевые, бурые-глееватые, серые лесные, торфяные низинные, торфяные верховые, лугово-черноземовидные, торфянисто- и торфяно-глеевые, аллювиальные
VI. Алапаевский южнотаёжный защитно-эксплуатационный	Почвы те же, что и в Нижнетагильском лесокадастровом районе
VII. Туринский южнотаёжный защитно-эксплуатационный	Тёмно-серые лесные, серые лесные, дерново-подзолистые, подзолистые, буроземовидные, лугово-черноземные, выщелоченные черноземы, оподзоленные черноземы, осолоделые почвы, солонцы торфяно-глеевые, торфяные почвы, подзолисто-глеевые
VIII. Красноуфимско-Шалинский горный широколиственно-темнохвойный защитно-эксплуатационный	Оподзоленные черноземы, выщелоченные черноземы, тёмно-серые лесные, буроземовидные, дерново-карбонатные, бурые горно-лесные, дерново-подзолистые, солонды, лугово-чернозёмные, торфяные

Лесокадастровые районы	Почвы (типы и подтипы)
IX. Екатеринбургский южнотаёжный рекреационный и защитно-эксплуатационный	Почвы те же, что и в Нижне-Тагильском и Алапаевском лесохозяйственных районах
X. Припышминский предлесостепной защитно-эксплуатационный	Почвы те же, что и в Туринском лесохозяйственном районе

Приложение 2

Площади лесоболотных систем по лесокадастровым районам в Свердловской области

Лесокадастровый район	Площадь района, тыс. га	Доля болот, %		Доля заболоченных лесов, %	
		На территории р-на	В лесопокрытой площади	На территории р-на	В лесопокрытой площади
1. Ивдель-Оусский горный равнинный	2919,5	11,6	15,1	15,7	20,5
		4,4	4,4	4,4	5,6
		14,5	21,5	19,8	29,4
2. Серовский горный равнинный	1821,6	7,7	9,4	8,6	10,3
		2,3	2,3	4,2	4,2
		10,1	13,4	10,4	13,8
3. Тавдинский равнинный	3470,2	28,1	49,1	12,8	21,8
4. Ново-Лялинский горный равнинный	1343,0	1,5	2,2	8,9	13,2
		0,9	0,9	4,5	4,5
		2,0	5,4	13,2	36,6
5. Нижне-Тагильский горный равнинный	1568,0	1,2	1,8	2,4	3,6
6. Алапаевский равнинный	1111,7	11,6	15,0	17,7	22,9
7. Туринский равнинный	1732,4	2,4	4,9	3,1	6,3
8. Красноуфимско-Шалинский горный	1818,7	0	0	0,4	0,7
9. Екатеринбургский горный равнинный	2449,3	1,4	2,6	4,4	8,3
10. Припышминский равнинный	1195,8	2,5	5,3	5,1	10,7

Общая характеристика лесокадастровых районов
Свердловской области

Лесокадастровый район	Площадь, тыс.га		Лесистость, %	Средний состав лесов по породам	Средний класс бонитета	Полнота лесонасаждения
	района	лесо-покрытая				
1. Ивдель-Оусский горный равнинный	2919,5	2239,0 835,7 1403,3	76,7	5С2Е2К1Б Ед. П, Лц, Ос	Ш,8	0,8
2. Серовский горный равнинный	1821,6	1510,0 548,9 961,1	62,9	5С1Е1К3Б Ед. П, Ос	Ш,6	0,8
3. Тавдинский равнинный	3470,2	2042,5	58,7	3С1Е2К4Б	Ш,7	0,9
4. Ново-Лялинский горный равнинный	1343,0	907,0 660,4 246,6	67,5	4С3Е3Б+К Ед. П, Лц, Ос	Ш,7	0,8
5. Нижне-Тагильский горный равнинный	1568,0	1024,8 577,9 446,9	65,3	3С3Е4Б+К П, Ос	П,9	0,7
6. Алапаевский равнинный	1111,7	857,1	77,1	4С2Е3Б1Ос	Ш,2	0,8
7. Туринский равнинный	1732,4	845,4	48,8	4С1Е4Б1Ос	П,5	0,9
8. Красноуфимско-Шалинский горный	1818,7	1138,0	62,6	4Е2С3Б1Ос	П,3	0,8
9. Екатеринбургский горный равнинный	2449,3	1305,3 743,8 561,5	53,6	7С1Е2Б+Ос	П,4	0,9
10. Припышминский равнинный	1195,8	575,9	48,2	6С4Б	П,4	0,7

Производительность (средние классы бонитета) сосновых, еловых, березовых и осиновых древостоев по группам типов леса и лесокадастровым районам Свердловской области

Преобладающая порода	Группа типов леса	Лесокадастровые районы, подрайоны					
		I Ивдель-Оусский		II Серовский		III Тавдинский	
		Горный	Равнинный	Горный	Равнинный	Среднетаежный	Южнотаежный
1	2	3	4	5	6	7	8
Сосна	Брусничная	IV,5	V	IV,5	III,5	IV,5	III
	Ягодниковая	III,7	IV	III,7	III	III,5	II,5
	Разнотравная	IV	–	IV	II,5	–	II,7
	Травяно-зеленомошная	IV,5	IV	IV,5	III	II,7	III
	Мшисто-хвощовая	V-Va	–	V-Va	IV	IV	III,5
	Сфагновая, травяно-болотная	Vб	Va	Vб	Va	V-Va	V-Va
Ель, пихта	Ягодниковая	III,7	III,5	III,7	IV	III,5	II,5
	Липняковая	–	–	–	II,5	–	I,7
	Разнотравная	IV	–	IV	III	–	III
	Травяно-зеленомошная	IV,7	IV	IV,7	III	III	III
	Крупнотравно-приручейная	V-Va	III,7	V-Va	III,5	III	III,5
	Мшисто-хвощовая	V-Va	–	V	IV,5	V	IV,5
	Сфагновая, травяно-болотная	Va-Vб	Va	Va-Vб	V-Va	V-Va	V
Береза	Ягодниковая	IV	III,5	III,5	II,7	IV	II,5
	Липняковая	–	–	–	II	–	I,5
	Разнотравная	IV	–	IV	II,5	–	II,5
	Травяно-зеленомошная	IV,7	IV	IV	III	III	III
	Мшисто-хвощовая	V-Va	–	V-Va	IV,5	IV	IV
	Сфагновая, травяно-болотная	Va-Vб	Va	Va	V-Va	V-Va	V
Осина	Ягодниковая	IIIб	–	III,5	II,7	IV	–
	Разнотравная	IV	–	IV	II,5	–	II,5
	Травяно-зеленомошная	IV	IV	–	–	II,7	–

Преобладающая порода	Группа типов леса	Лесокадастровые районы, подрайоны				
		IV Ново-Лялинский		V Нижне-Тагильский		VI Алапаевский
		Горный	Равнинный	Горный	Равнинный	
1	2	3	4	5	6	7
Сосна	Брусничная	–	III,5	–	III	III
	Ягодниковая	III	III	III	II,7	II,7
	Разнотравная	II,5	III	II	II,5	II,5
	Травяно-зеленомошная	II,7	III	–	II,7	II,7
	Мшисто-хвощовая	–	IV	–	III,5	III,5
	Сфагновая, травяно-болотная	V	Va	–	V-Va	V-Va
Ель, пихта	Ягодниковая	III	III,5	III	–	II,7
	Липняковая	II	II,5	II,5	–	II
	Разнотравная	II,7	III	II,5	III	II,7
	Травяно-зеленомошная	III	III	II,7	III	III
	Крупнотравно-приручейная	III	III,5	III	III	III
	Мшисто-хвощовая	V	IV,5	III,5	IV	III,5
	Сфагновая, травяно-болотная	V	V	–	V	V
Береза	Ягодниковая	II	II,7	II,7	II,7	II,7
	Липняковая	I,5	II	–	–	I,7
	Разнотравная	II	II,5	II	II,5	II,5
	Травяно-зеленомошная	III	III	III	III	III
	Мшисто-хвощовая	IV	IV	IV	IV	IV
	Сфагновая, травяно-болотная	V-Va	V-Va	V-Va	V-Va	V-Va
Осина	Ягодниковая	–	II,7	–	–	–
	Разнотравная	II	II,7	II	II	II,5
	Травяно-зеленомошная	III	–	III	II,7	II,7

Преобладающая порода	Группа типов леса	Лесокадастровые районы, подрайоны				
		VII Туринский	VIII Красноуфимско-Шалинский	IX Екатеринбургский		X Припышминский
				Горный	Равнинный	
1	2	3	4	5	6	7
Сосна	Брусничная	III	–	–	II,7	III
	Ягодниковая	III	III	III	II,5	II,5
	Разнотравная	II,5	II,7	II	II	II
	Травяно-зеленомошная	III	II,7	–	II,7	II,5
	Мшисто-хвощовая	III,5	–	–	III,5	–
	Сфагновая, травяно-болотная	V	V-Va	–	V-Va	V
Ель, пихта	Ягодниковая	II,5	III	II,7	–	–
	Липняковая	II,5	II,5	II	–	II
	Разнотравная	III	II,5	II,5	III	–
	Травяно-зеленомошная	III	II,7	III	III,5	–
	Крупнотравно-приручейная	III,5	III	III	III,7	II,5
	Мшисто-хвощовая	IV	IV	III,7	IV	III,5
	Сфагновая, травяно-болотная	Va	V	–	V	V-Va
Береза	Ягодниковая	II,5	III	III	II,7	II,5
	Липняковая	I,5	II	II	–	I,5
	Разнотравная	II	II,5	II	II	II
	Травяно-зеленомошная	II,5	III	III	II,7	II,5
	Мшисто-хвощовая	IV	IV	IV	IV	IV
	Сфагновая, травяно-болотная	V-Va	V-Va	V-Va	V-Va	V-Va
Осина	Ягодниковая	–	III	–	–	–
	Разнотравная	II	II,5	II	II	II
	Травяно-зеленомошная	II,7	II,7	II,7	II,7	II,7

Библиографический список

1. Львович М.И. Человек и воды. М., 1963.
2. Дяконов К.Н. Геофизика ландшафта. Метод балансов: учеб.-метод. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1988. 95 с.
3. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 174 с.
4. Воронков Н.А. Повышение гидрологической роли лесов // Сб. «Экономика и организация лесохозяйственного производства». М., 1984. Вып. 2.
5. Шевелев Н.Н. Перехват вертикальных и горизонтальных осадков в лесах Среднего Урала // Лесоведение. 1977. № 6. С. 38–46.
6. Данилик В.Н., Макаренко Г.П., Мурзаева М.К., Териннов Н.Н., Толкач О.В. Изменение водоохранно-защитной роли лесов Среднего и Южного Урала под влиянием хозяйственных мероприятий // Средообразующая роль и её изменение под влиянием антропогенных воздействий: сб. научных трудов ВНИИЛМ. М., 1987. С. 3–21.
7. Рахманов В.В. Гидрологическая роль лесов. М.: Наука, 1984.
8. Макаренко Г.П. Эколого-экономическая оценка водоохранной роли леса // Формирование лесного кадастра и системы плат. Екатеринбург, 1996. С. 17–21.
9. Ханбеков Р.И., Письмерова А.В. Стокорегулирующая роль тёмнохвойных и лиственных молодняков // Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973. С. 107–118.