

УДК 630.5; 630.6

*ШВИДЕНКО А.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН и
Международный институт прикладного
системного анализа
ЩЕПАЩЕНКО Д.
Московский государственный университет леса
НИЛЬССОН С.
Международный институт прикладного сис-
темного анализа*

ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ ЛЕСОВ РОССИИ: БАЗОВАЯ ОЦЕНКА НА НАЧАЛО 3-ГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Текущий прирост древостоев по запасу является практически единственным таксационным показателем, характеризующим продуктивность древостоев на коротких временных масштабах и коррелирующим со многими экологическими функциями лесных экосистем. Однако, в отечественной лесной таксации его определение осталось уделом научных исследований и оценок. Множество предложенных методов определения текущего прироста [см., например, 1-3,8,9,14] не нашли своего применения в системе лесоучетных работ России в силу практической невостребованности этого показателя экономическими и социальными реалиями последних десятилетий (хотя лесоустроительная инструкция 1964 года предусматривала определение текущего прироста). Трудоемкость надежного определения текущего прироста в каждом таксационном выделе при лесоустройстве также сыграла заметную, хотя и не определяющую роль. Практика ограничилась вычислением среднего прироста, показателя, который в определенной мере отражает продуктивность древостоев в терминах наличного запаса в среднем за весь период жизни древостоя. Очевидно, что средний прирост не является достаточным показателем для оценки текущей продуктивности лесов, тем более в условиях меняющейся внешней среды.

Вместе с тем, потребность в показателях, характеризующих динамику продуктивности лесов на коротких отрезках времени (год, пятилетие, декада), становится все более очевидной. Глобальные изменения существенно влияют на состояние, функционирование и продуктивность лесов, причем влияние это многообразно и противоречиво. Следует ожидать, что для бореальных лесов России трендовые климатические изменения (значительное увеличение температуры при практически неизменном количестве осадков в среднем по стране), повышение концентрации CO₂ и увеличение осаждения азота в среднем должны вести к повышению продуктивности. Модельные расчеты предполагают существенное увеличение продуктивности

умеренных и бореальных лесов в основных сценариях будущих климатических изменений [22-24]. Обширное исследование, проведенное в 12 европейских странах показало значительное увеличение древесного запаса в лесах Европы в последние десятилетия [28]. Позже [29], тренд увеличения продуктивности лесов для большей части Европы был подтвержден. Вместе с тем, была отмечена сложность, а также пространственная и типологическая неоднородность этого процесса. Так, для самых северных лесов Европейского континента был обнаружен обратный тренд. Наличие устойчивых трендов в увеличении текущего прироста названными исследованиями подтверждены не были. Поэтому, учитывая (1) увеличивающуюся изменчивость погодных условий и связанную с этим акселерацию природных нарушений, особенно пожаров и вспышек размножения насекомых, (2) недостаточное знание реакции лесных экосистем на изменяющиеся условия внешней среды, (3) значительные атмосферные и почвенные загрязнения на больших территориях и (4) отсутствие достаточных экспериментальных данных для обширных пространств Азиатской части страны, следует полагать, что однозначного обоснованного ответа на вопрос – существенно ли увеличение продуктивности лесов Северной Евразии – пока не существует.

Декларируемая мировым лесоводством парадигма необходимости перехода к устойчивому управлению лесами предполагает наличие оперативных показателей контроля неистощительности и непрерывности лесопользования в условиях глобальных изменений. Текущий прирост древостоев по запасу (наряду с чистой первичной продукцией лесных экосистем) является одним из немногих целесообразных показателей такого рода.

Наконец, знание текущего прироста представляет существенный интерес с научной точки зрения, как в целях суждения об эффективности хозяйственных мероприятий, так и в части использования лесоучетных данных для оценки

экологических функций лесов. Данные учета лесов – единственный источник информации, представляющий сопоставимые временные серии динамики лесных категорий земель и показателей роста и продуктивности древостоев в части, отражаемой таксационными показателями. По этой причине лесоинвентаризационные данные существенно используются для оценки влияния лесных экосистем на глобальный углеродный бюджет [напр., 26]. Представляется несомненным, что в современных условиях текущий прирост должен оцениваться в каждом таксационном выделе, хотя точность и трудоемкость оценивания, очевидно, должны быть разными в различных зонах интенсивности лесного хозяйства и лесозэксплуатации [21]. Однако, при самом благоприятном развитии, внедрение измерений прироста в практику лесоучетных работ и получение агрегированных оценок для обширных территорий, потребует значительного периода времени. Поэтому оценка текущего прироста лесов для больших районов и страны в целом более простыми методами является целесообразной и практически реализуемой задачей. Это может быть сделано при относительно небольших финансовых и трудовых затратах путем внедрения соответствующих моделей и процедур в системы обработки лесоустроительной информации. Заметим также, что подобный метод мог бы быть использован также в разрабатываемой ныне государственной системе инвентаризации лесов, по крайней мере, в целях контроля и для сравнения с результатами измерений.

Опубликованные ранее оценки текущего прироста лесов России крайне немногочисленны и в основном базировались на весьма приближенных методах и нормативах [19]. Пожалуй, утверждение, что на сегодня более или менее надежного знания о территориальном распределении текущего прироста лесов России не существует, является справедливым. Настоящая работа предполагает в некоторой мере закрыть этот пробел, представив базовую оценку текущего прироста и отпада в лесах России по состоянию на начало третьего тысячелетия.

Методика и материал

Два показателя текущего прироста представляют особый интерес: текущий прирост по наличному запасу (или изменение запаса) dGS и прирост по общей продуктивности dTV , определяемые, соответственно, как годичное изменение наличного запаса древостоев $dGS = M_A - M_{A-1}$ и общей продуктивности древостоев $dTV = TV_A - TV_{A-1}$. Разница между ними $dM = dTV - dGS$ дает отпад за рассматриваемый год. Все три показателя измеряются в объемной мере, как правило, м³

год⁻¹. При наличии моделей возрастной динамики M и TV , численные значения производных таких моделей в возрасте A дают соответственно dGS_A и dTV_A .

Практически все применяемые в Северной Евразии таблицы хода роста (ТХР) были недавно моделированы с использованием ростовой функции роста Бергаланфи, известной в таксационной литературе как функция Дракина-Вуевского или Ричарда-Чэпмена [25]. Дифференциальное (1) и интегральное (2) уравнения этой функции имеют вид

$$\frac{dX_i}{dt} = c_3 c_2 c_1^{1/c_3} - c_3 c_2 X_i \quad (1)$$

$$X_i = c_1 [1 - \exp(-c_2 A)]^{c_3} \quad (2)$$

где X_i в нашем случае обозначает запас и общую продуктивность, A – возраст, c_1 , c_2 , и c_3 – регрессионные коэффициенты. Поскольку уравнения (1) и (2) описывают динамику древостоев только на стадии роста, а значительные территории естественных лесов Северной Евразии представлены стадиями перестойных, разных типов разновозрастности древостоев, находящихся на стадии разрушения (когда сумма площадей сечений и запас уменьшаются с возрастом), то для описания динамики запаса на этой фазе уравнение (1) было модифицировано, вводя зависимость коэффициента c_2 от возраста. Детали подхода, особенности и результаты моделирования, коэффициенты и точность моделей рассматриваются в [20,27].

Названная система моделей была использована для оценки показателей текущего прироста и отпада для лесов России с использованием данных учета Государственного учета лесного фонда 2003 года. С этой целью, для каждого экорегиона (общим количеством 143 для территории России) были отобраны наиболее подходящие таблицы (модели) хода роста. Преимущество отдавалось местным ТХР модальных насаждений. При отсутствии таковых (или отсутствии в них нужных классов бонитета) использовались таблицы для оцениваемой породы близкого по природным условиям экорегиона. В исключительных случаях использовались всеобщие таблицы.

Данные Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ) 2003 года использовались по лесным предприятиям (общим числом около 2100 для России). В расчет были включены все территории, определяемые действующей лесоустроительной инструкцией как земли, покрытые лесной растительностью [12], площадь которых по данным ГУЛФ-2003 составила 776.1×10^6 га, из которых 733.2×10^6 га (94.5%)

Таблица 1

Распределение лесов по преобладающим породам и биоклиматическим зонам (2003), $\times 10^6$ га

Зоны ¹	Распределение покрытых лесом земель по преобладающим породам, $\times 10^6$ га										Другие КЗП ⁴	Итого
	сосна	ель	пихта	лиственница	кедр	береза	осина ²	ТвП ³	кустарники	итого		
П	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7
Т	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	3.3	4.1	262.8	266.9
ЛТ, СТ & РТ	21.6	23.8	0.0	71.1	7.2	8.5	0.4	0.0	9.0	141.6	91.4	233.0
СрТ	59.8	42.9	11.0	188.8	29.6	51.3	11.4	1.0	60.7	456.5	227.1	683.6
ЮТ	40.8	17.6	5.1	7.5	3.2	42.2	15.3	2.5	0.2	134.4	77.1	211.5
УЛ	3.1	0.2	0.1	0.0	2.6	4.8	3.5	14.3	0.2	29.0	31.4	60.4
С	2.1	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	1.6	1.8	0.4	9.2	139.2	148.4
ПП&П	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.8	0.2	1.4	24.0	25.4
НПП	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.6	79.6
Итого	127.6	84.5	16.2	267.6	42.7	110.8	32.3	20.4	74.0	776.1	933.3	1709.4

Примечания:

¹ Сокращения в обозначении лесорастительных зон: П – полярные пустыни; Т – тундра; ЛТ, СТ&РТ – лесотундра, северная и редкостойная тайга; СрТ – средняя тайга; ЮТ – южная тайга; УЛ – зона умеренных лесов; С – степи; ПП&П – полупустыни и пустыни; НПП – непродуцирующие площади (площади, лишённые почвенного покрова).

² В площади осинников включены также насаждения иных мягколиственных пород (кроме березы) – тополевики, ивняки и др., общей площадью 8.3×10^6 га.

³ ТвП – твердолиственные породы, включая 7.6×10^6 га насаждений с преобладанием дуба и 1.2×10^6 га «прочих пород».

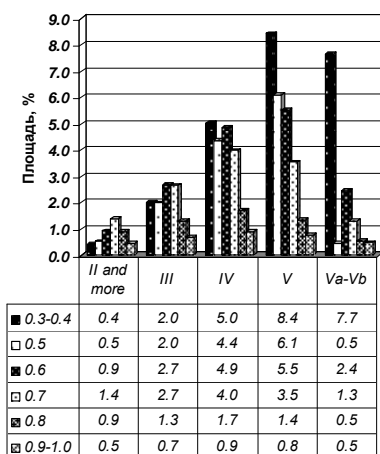
⁴ КЗП – классы земельного покрова.

составляют леса, управляемые Министерством природных ресурсов России. Эта территория включает 658.8×10^6 га (около 85% общей площади покрытых лесной растительностью земель в России) насаждений основных лесообразующих пород; остальные в основном представлены кустарниками, учитываемыми как покрытые лесом земли в условиях, где «высокие» леса не могут расти в связи с суровыми климатическими условиями. Небольшая площадь (1.3×10^6 га) занята насаждениями прочих пород (интродуценты, лесные плодовые деревья и т.д.). На основе данных ГУЛФ была сформирована база данных, в которой для каждого лесного предприятия приведено распределение запасов древостоев по древесным породам, группам возраста, полнотам и классам бонитета. В среднем для каждого лесхоза представлено около 45 комбинаций пород, возрастов, полнот и бонитетов. Эта же база была использована нами для расчета запасов фитомассы, а также чистой первичной продукции лесов России.

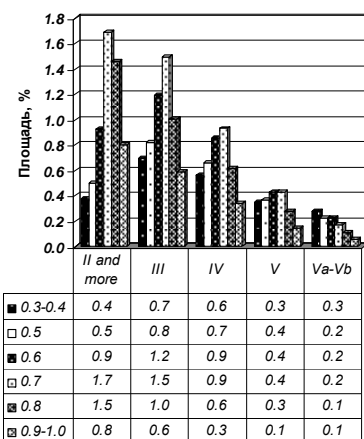
Для каждой комбинации группы возраста и класса бонитета в пределах преобладающих пород, по соответствующим таблицам хода роста определялись проценты текущих приростов по наличному запасу и по общей продуктивности. Полученные проценты умножали на фактический запас древесины, восстанавливая таким образом величины прироста и отпада. Подробные данные на уровне лесных предприятий существуют только для лесов, управляемых государственными органами лесного хозяйства. Для лесов других фондодержателей (составляющих 5.5%

площади покрытых лесом земель в России) распределение покрытых лесной растительностью земель по породам, группам возраста и классам бонитета в пределах субъектов Российской Федерации принималась аналогичным лесам государственного управления в этих субъектах.

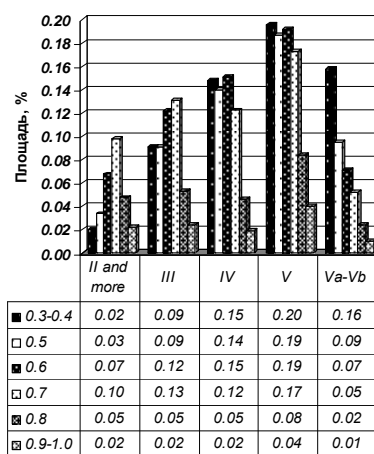
Продуктивность лесов в значительной мере определяется их широтным распределением, а в горных районах – дополнительно принадлежностью к определенным высотным поясам. В целом для страны, распределение площадей лесов по преобладающим породам и лесорастительным зонам приведено в табл. 1. Данные табл. 1 получены путем наложения карты преобладающих пород лесов России (составленной на основе ГУЛФ-2003) с картой растительности Исаченко (1990), которая содержит зональное распределение территории. Как следует из табл.1, более трех четвертей площади лесов России находится в зонах лесотундры, северной, редкостойной и средней тайги, что определяет в среднем невысокую продуктивность лесов страны. С другой стороны, широкое распространение природных и антропогенных нарушений обуславливает низкую полноту насаждений, особенно в Азиатской части, где средняя полнота лесов обширных регионов находится в пределах 0.55-0.65 (рис.1). В целом, разница в продуктивности лесов Европейской и Азиатской частей страны составляет около одного класса бонитета, исключая спелые и перестойные леса хвойных пород, поскольку наиболее продуктивные хвойные леса Европейской России в основе своей вырублены (табл. 2).



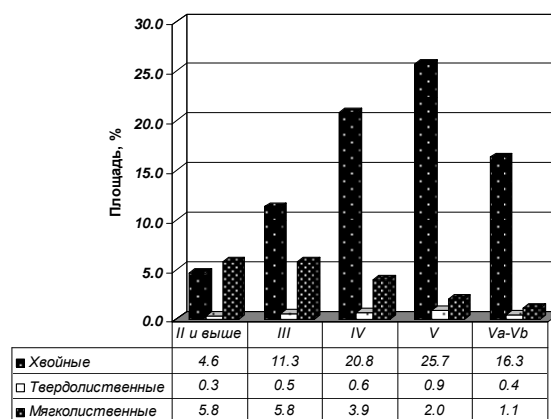
Хвойные



Мягколиственные



Твердолиственные



Основные лесообразующие породы в целом

Рис.1. Распределение площадей основных лесообразующих пород России по полнотам и классам бонитета. Проценты посчитаны от общей площади лесов основных лесообразующих пород.

Данные учета лесного фонда аккумулируют все природные и антропогенные воздействия. Таблицы хода роста модальных насаждений отражают рост реально существующих древостоев. Поэтому приводимые ниже оценки представляют текущий прирост всех покрытых лесной растительностью земель, а отпад включает все виды частичного изъятия или гибели деревьев в древостое. Обобщенно, этот отпад может быть разделен на отпад естественный, механический (изъятие древесины вследствие рубок ухода, выборочных и постепенных рубок) и отпад патологический (как следствие низовых пожаров, повреждений насекомыми и т.д.). Следует подчеркнуть, что отпад указывается только для покрытых лесом земель, т.е. он не включает воздействия нарушений, которые переводят покрытые лесом земли в не покрытые, например таких как сплошные рубки, верховые и почвенные пожары и другие.

Результаты и обсуждение

Оценки текущих приростов (по общей продуктивности и по наличному запасу) и отпада по преобладающим породам и группам возраста для лесов Европейской и Азиатской частей России, а также для страны в целом приведены в табл. 3-5. Табл. 6-8 содержат средние данные по этим показателям (выраженные в кубометрах стволовой древесины за год). Эти таблицы содержат обширный материал для анализа, который читатель может осуществить самостоятельно. Здесь мы ограничимся только перечнем основных результатов.

Прирост по общей продуктивности для всех лесов России оценен в $1.623 \times 10^9 \text{ м}^3 \text{ год}^{-1}$, или $2.09 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Практически весь этот прирост

Таблица 2

**Сравнительная продуктивность лесов Европейской и Азиатской частей России
(леса, управляемые органами лесного хозяйства Министерства природных ресурсов)**

Наименование показателей	Значения по группам пород			
	хвойные		мягколиственные	
	Европейская часть	Азиатская часть	Европейская часть	Азиатская часть
Площадь, млн. га	91.2	423.6	48.8	77.1
Запас, млн. м ³	11627.7	46833.1	6456.3	7528.3
Средний запас на 1 га	127.5	110.6	132.3	97.6
Средний бонитет				
молодняки I	III.2	IV.4	II.8	III.6
молодняки II	III.5	IV.6	II.8	III.7
средневозрастные	III.3	IV.7	II.6	III.5
приспевающие	III.4	IV.5	II.2	III.3
спелые	IV.8	IV.7	II.5	III.3
перестойные	V.1	IV.6	III.0	III.4
Средний запас				
молодняки I	20	11	12	9
молодняки II	72	41	41	25
средневозрастные	167	110	123	72
приспевающие	209	146	183	117
спелые	153	126	196	135
перестойные	136	137	190	170

находится в лесах основных лесообразующих пород (99.2%), из которых на леса с преобладанием хвойных пород приходится 60.6%, твердолиственных 2.8% и мягколиственных 35.8%. Среднее значение прироста древостоев мягколиственных пород ($4.06 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$) более чем в 2 раза выше, чем у хвойных ($1.82 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$). В значительной мере это объясняется большими площадями березовых и осиновых вторичных лесов в коренных местообитаниях хвойных в Европейской части, возникших после сплошных рубок прошлых лет и пожаров. Среди хвойных, наивысшее значение dTV имеют сосновые насаждения ($2.77 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$), наименьшее ($1.21 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$) – лиственничные, что объясняется огромными площадями северных низкопродуктивных лиственничников в Азиатской части страны. Низкий прирост кедровых насаждений ($1.39 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$) в определенной мере объясняется разновозрастностью и исключением кедровых лесов из промышленных рубок.

Прирост по наличному запасу dGS оценен в $881 \times 10^6 \text{ м}^3 \text{ год}^{-1}$, или 54.3%, и $782 \times 10^6 \text{ м}^3 \text{ год}^{-1}$ (45.7%) приходится на отпад dM . Доля отпада в приросте по общей продуктивности очень высока, и, что обращает особое внимание, наивысшая она в древостоях хвойных пород (48.6%). Это следует из (1) существенного влияния нарушений (частичный отпад в пределах покрытых лесной растительностью земель); (2) наличием значительной части разновозрастных, спелых и перестойных лесов со значительным естественным

отпадом; (3) отсутствием надлежащего ухода за лесом.

Возрастная динамика приростов и отпада зависит от пород и районов. В Европейской части прирост по наличному запасу достигает максимума во втором классе возраста практически в насаждениях всех пород. Уменьшение прироста с возрастом здесь во многом объясняется интенсивными рубками промежуточного пользования, особенно в насаждениях хвойных и твердолиственных пород. Тем не менее, прирост спелых насаждений остается значительным. Для большинства пород сохраняется положительный прирост и для перестойных лесов. Исключение составляет значительный отпад в перестойных еловых насаждениях Европейского севера, где изменение запаса в среднем составило $-0.87 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Повышенный отпад в ельниках Европейского севера (включая зону южной тайги) отмечался еще во второй половине прошлого столетия; в последние два десятилетия интенсивность отпада в ельниках Европейской части возросла в силу массового усыхания деревьев, вызываемого размножением насекомых-вредителей, в основном короедов.

Обращает на себя внимание значительная разница в продуктивности лесов Европейской и Азиатской части страны. Так, среднее значение dGS Европейской части примерно в 3 раза выше, чем в Азиатской – соответственно $2.44 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ против $0.77 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Это связано не

Таблица 3

Прирост по наличному запасу (изменение запаса) по преобладающим породам и группам возраста

Породы и группы пород	Прирост, $\times 10^6 \text{ м}^3 \text{ год}^{-1}$, по группам возраста						
	Молодняки 1 класса возраста	Молодняки 2го класса возраста	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые	Перестойные	Всего
Европейская часть							
Хвойные	58424.2	69750.3	61567.9	15169.6	13839.1	-13149.3	205601.8
Сосна	20871.3	38074.6	40060.3	6976.8	3676.5	1191.1	110850.7
Ель	37021.4	30736.3	17412.1	6681.9	8931.5	-14487.4	86295.8
Пихта	144.6	394.5	1000.6	256.3	181.3	53.9	2031.2
Лиственница	127.2	412.3	144.5	34.3	51.0	56.0	825.1
Кедр	259.6	132.5	2949.8	1220.0	998.6	37.1	5597.7
Твердолиственные	1606.1	2861.4	10677.2	1717.3	1351.3	276.4	18489.7
Дуб	1119.1	1817.8	6849.4	1153.4	867.9	127.5	11935.1
Мягколиственные	16932.7	25109.6	97052	25550.5	21476.1	5145.8	191266.6
Береза	10459.8	16161.6	77500.3	17569.9	14009.3	2653.3	138354.2
Осина	5261.1	6987.7	8817.3	5834.3	5344.7	1836.9	34081.9
Прочие породы	68.4	260.2	81.4	33.2	146.4	46.9	636.6
Кустарники	0.3	0.6	0.8	0.4	1.6	2.1	5.9
Итого	77031.7	97982.1	169379.4	42471.1	36814.5	-7678.0	416000.7
Азиатская часть							
Хвойные	68148.6	66609.8	110984.6	24543.0	29971.7	-1026.2	299231.4
Сосна	26930.3	22095.4	30343.9	6672.1	4541.5	-382.5	90200.7
Ель	3261.7	2918.2	5193.3	1928.7	2870.0	658.9	16830.7
Пихта	3926.4	3118.8	6462.4	2557.0	2444.3	232.2	18741.1
Лиственница	28562.8	32795.5	50525.4	11560.6	19740.8	-1527.8	141657.3
Кедр	5467.4	5681.8	18459.5	1824.6	375.1	-6.9	31801.5
Твердолиственные	1201.6	3610.2	3577.7	1140.1	2518.3	543.9	12591.9
Дуб	572.1	1386.4	1956.1	434.4	387.1	20.8	4756.9
Мягколиственные	16765.2	33797.1	60497.4	13789.7	17791.1	3536.5	146177.1
Береза	10534.5	26262.7	46295.3	9657.2	11261.6	-45.3	103966.0
Осина	5708.6	6272.3	9487.5	2907.7	4102.2	2946.7	31424.9
Прочие породы	20.4	106.1	1690.5	16.0	7.8	1.3	1841.9
Кустарники	31.8	358.4	2708.7	462.5	1279.4	249.0	5089.8
Итого	86167.5	104481.5	179458.9	39951.3	51568.3	3304.5	464932.0
Россия в целом							
Хвойные	126572.8	136360.1	172552.5	39712.6	43810.7	-14175.5	504833.2
Сосна	47801.6	60170.1	70404.2	13648.9	8218.0	808.6	201051.4
Ель	40283.0	33654.6	22605.5	8610.6	11801.4	-13828.5	103126.5
Пихта	4071.1	3513.3	7463.0	2813.3	2625.6	286.0	20772.3
Лиственница	28690.0	33207.8	50669.9	11594.9	19791.7	-1471.9	142482.4
Кедр	5727.0	5814.3	21409.3	3044.6	1373.7	30.3	37399.3
Твердолиственные	2807.7	6471.6	14254.9	2857.4	3869.6	820.4	31081.5
Дуб	1691.3	3204.2	8805.5	1587.8	1255.0	148.3	16692.0
Мягколиственные	33697.9	58906.7	157549.4	39340.3	39267.2	8682.3	337443.7
Береза	20994.3	42424.4	123795.6	27227.0	25270.9	2608.0	242320.2
Осина	10969.6	13260.0	18304.7	8742.0	9446.8	4783.6	65506.9
Прочие породы	88.8	366.3	1771.9	49.2	154.2	48.2	2478.5
Кустарники	32.1	358.9	2709.6	462.9	1281.1	251.1	5095.7
Итого	163199.2	202463.6	348838.2	82422.4	88382.8	-4373.5	880932.7

Таблица 4

Прирост по общей продуктивности по преобладающим породам и группам возраста

Породы и группы пород	Прирост, $\times 10^6 \text{ м}^3 \text{ год}^{-1}$, по группам возраста						
	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2го класса возраста	средне-возрастные	приспевающие	спелые	перестойные	всего
Европейская часть							
Хвойные	78748.8	111310.0	115917.6	31360.3	27641.0	12169.1	377146.7
Сосна	27745.9	63479.7	78777.5	15062.4	7835.0	2500.7	195401.2
Ель	50301.4	46648.9	31348.0	14044.0	17912.1	9399.1	169653.6
Пихта	208.9	520.6	1642.2	487.4	390.3	136.5	3385.9
Лиственница	134.8	497.0	192.7	46.9	68.6	72.8	1012.8
Кедр	357.8	163.8	3956.0	1718.8	1434.3	60.0	7690.6
Твердолиственные	1857.0	3725.4	16662.5	2991.7	2682.4	620.7	28539.7
Дуб	1228.6	2378.7	11102.3	2047.9	1697.2	271.3	18726.1
Мягколиственные	20416.7	30309.1	149442.9	47277.7	44230.6	13133.7	304810.5
Береза	11796.4	17035.4	116642.6	29491.4	24840.6	5049.4	204855.8
Осина	7081.6	10908.3	18308.7	14506.0	15960.9	6869.2	73634.9
Прочие породы	109.9	267.2	109.1	47.4	238.4	94.4	866.3
Кустарники	0.5	1.0	1.4	0.7	2.8	3.6	10.0
Итого	101132.9	145612.7	282133.5	81677.8	74795.1	26021.4	711373.4
Азиатская часть							
Хвойные	79363.8	103539.0	229024.9	61401.9	96740.9	34625.0	604695.5
Сосна	31149.5	30676.3	56889.1	14452.4	18264.9	7051.6	158483.7
Ель	6282.9	4487.5	11141.8	5328.0	9691.3	2264.0	39195.5
Пихта	4388.3	4103.1	11540.9	5698.7	6788.9	1103.9	33623.8
Лиственница	31225.7	56646.8	118147.1	31308.9	60430.4	24187.1	321945.9
Кедр	6317.4	7625.2	31306.1	4614.0	1565.4	18.4	51446.5
Твердолиственные	1875.1	4269.5	5331.0	1703.2	3793.0	987.5	17959.3
Дуб	694.5	1883.8	3115.0	715.2	654.4	65.9	7128.8
Мягколиственные	28627.7	45455.1	124497.0	29341.9	36370.9	11921.2	276213.7
Береза	19571.9	33220.8	97565.8	21584.9	25248.0	7006.5	204197.8
Осина	8328.0	10697.3	18912.8	5506.1	6810.5	3811.7	54066.5
Прочие породы	39.4	129.5	3269.6	33.9	16.5	2.7	3491.5
Кустарники	53.7	605.5	4572.1	826.1	2468.9	395.2	8921.6
Итого	109959.8	153998.5	366694.5	93307.0	139390.2	47931.7	911281.7
Россия в целом							
Хвойные	158112.6	214848.9	344942.5	92762.3	124381.9	46794.1	981842.3
Сосна	58895.3	94156.0	135666.6	29514.8	26099.9	9552.3	353884.9
Ель	56584.4	51136.5	42489.8	19372.0	27603.5	11663.0	208849.1
Пихта	4597.2	4623.7	13183.1	6186.1	7179.3	1240.4	37009.8
Лиственница	31360.5	57143.7	118339.7	31355.8	60499.0	24259.9	322958.7
Кедр	6675.2	7788.9	35262.0	6332.8	2999.7	78.5	59137.1
Твердолиственные	3732.2	7994.9	21993.5	4694.9	6475.4	1608.2	46499.1
Дуб	1923.1	4262.5	14217.4	2763.1	2351.6	337.2	25854.9
Мягколиственные	49044.4	75764.2	273939.8	76619.5	80601.4	25054.9	581024.3
Береза	31368.3	50256.2	214208.3	51076.3	50088.6	12055.9	409053.6
Осина	15409.6	21605.6	37221.5	20012.2	22771.5	10680.9	127701.3
Прочие породы	149.3	396.7	3378.6	81.2	254.9	97.1	4357.9
Кустарники	54.2	606.5	4573.5	826.9	2471.7	398.8	8931.6
Итого	211092.7	299611.2	648828.0	174984.8	214185.3	73953.1	1622655.1

Таблица 5

Отпад в лесах России по преобладающим породам и группам возраста

Породы и группы пород	Отпад, $\times 10^6 \text{ м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$, по группам возраста						
	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2го класса возраста	средне- возраст- ные	приспе- вающие	спелые	пере- стойные	всего
Европейская часть							
Хвойные	20324.6	41559.7	54349.7	16190.7	13801.9	25318.4	171544.9
Сосна	6874.6	25405.1	38717.2	8085.6	4158.5	1309.6	84550.5
Ель	13280.0	15912.6	13935.9	7362.1	8980.6	23886.5	83357.8
Пихта	64.3	126.1	641.6	231.1	209.0	82.6	1354.7
Лиственница	7.6	84.7	48.2	12.6	17.6	16.8	187.7
Кедр	98.2	31.3	1006.2	498.8	435.7	22.9	2092.9
Твердолиственные	250.9	864.0	5985.3	1274.4	1331.1	344.3	10050.0
Дуб	109.5	560.9	4252.9	894.5	829.3	143.8	6791.0
Мягколиственные	3484.0	5199.5	52390.9	21727.2	22754.5	7987.9	113543.9
Береза	1336.6	873.8	39142.3	11921.5	10831.3	2396.1	66501.6
Осина	1820.5	3920.6	9491.4	8671.7	10616.2	5032.3	39553.0
Прочие породы	41.5	7.0	27.7	14.2	92.0	47.5	229.7
Кустарники	0.2	0.4	0.6	0.3	1.2	1.5	4.1
Итого	24101.2	47630.6	112754.1	39206.7	37980.6	33699.4	295372.7
Азиатская часть							
Хвойные	11215.2	36929.2	118040.3	36858.9	66769.2	35651.2	305464.1
Сосна	4219.2	8580.9	26545.2	7780.3	13723.4	7434.1	68283.0
Ель	3021.2	1569.3	5948.5	3399.3	6821.3	1605.1	22364.8
Пихта	461.9	984.3	5078.5	3141.7	4344.6	871.7	14882.7
Лиственница	2662.9	23851.3	67621.7	19748.3	40689.6	25714.9	180288.6
Кедр	850.0	1943.4	12846.6	2789.4	1190.3	25.3	19645.0
Твердолиственные	673.5	659.3	1753.3	563.1	1274.7	443.6	5367.4
Дуб	122.4	497.4	1158.9	280.8	267.3	45.1	2371.9
Мягколиственные	11862.5	11658.0	63999.6	15552.2	18579.8	8384.7	130036.6
Береза	9037.4	6958.1	51270.5	11927.7	13986.4	7051.8	100231.8
Осина	2619.4	4425.0	9425.3	2598.4	2708.3	865.0	22641.6
Прочие породы	19.0	23.4	1579.1	17.9	8.7	1.4	1649.6
Кустарники	21.9	247.1	1863.4	363.6	1189.5	146.2	3831.8
Итого	23792.3	49517.0	187235.6	53355.7	87821.9	44627.2	446349.7
Россия в целом							
Хвойные	31539.8	78488.8	172390.0	53049.7	80571.2	60969.6	477009.1
Сосна	11093.7	33985.9	65262.4	15865.9	17881.9	8743.7	152833.5
Ель	16301.4	17481.9	19884.3	10761.4	15802.1	25491.5	105722.6
Пихта	526.1	1110.4	5720.1	3372.8	4553.7	954.4	16237.5
Лиственница	2670.5	23935.9	67669.8	19760.9	40707.3	25731.8	180476.3
Кедр	948.2	1974.6	13852.7	3288.2	1626.0	48.2	21737.8
Твердолиственные	924.5	1523.3	7738.6	1837.5	2605.8	787.8	15417.6
Дуб	231.8	1058.3	5411.9	1175.3	1096.6	188.9	9162.9
Мягколиственные	15346.5	16857.5	116390.4	37279.2	41334.2	16372.6	243580.6
Береза	10374.0	7831.8	90412.7	23849.3	24817.7	9447.9	166733.4
Осина	4440.0	8345.6	18916.8	11270.2	13324.7	5897.3	62194.4
Прочие породы	60.5	30.4	1606.7	32.0	100.7	48.9	1879.4
Кустарники	22.1	247.6	1863.9	364.0	1190.6	147.7	3835.9
Итого	47893.5	97147.6	299989.8	92562.4	125802.5	78326.6	741722.4

Таблица 6

**Средние величины текущих приростов по наличному запасу
по преобладающим породам и группам возраста**

Породы и группы пород	Прирост по наличному запасу, м ³ га ⁻¹ год ⁻¹ по группам возраста						
	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2го класса возраста	средне-возрастные	приспевающие	спелые	перестойные	В целом
Европейская часть							
Хвойные	4.35	4.34	2.99	1.72	0.62	-0.57	1.98
Сосна	3.69	3.90	2.73	1.55	0.56	0.20	2.35
Ель	4.82	4.96	3.24	1.69	0.60	-0.87	1.58
Пихта	5.40	7.30	6.43	2.67	0.70	0.27	2.56
Лиственница	4.54	9.53	2.85	1.39	0.59	0.35	2.10
Кедр	5.85	7.16	9.48	5.56	3.60	1.16	6.20
Твердолиственные	4.68	5.33	3.52	2.04	1.29	0.51	2.92
Дуб	4.79	5.26	3.22	1.89	1.22	0.66	2.83
Мягколиственные	3.28	4.10	4.19	3.10	2.03	0.85	3.22
Береза	2.85	3.54	3.99	2.93	1.92	0.79	3.12
Осина	4.28	5.99	5.51	4.19	2.46	0.82	3.48
Прочие породы	6.23	11.07	3.15	3.15	5.69	1.67	5.10
Кустарники	0.02	0.02	0.00	0.02	0.03	0.03	0.01
Итого	4.06	4.30	3.60	2.37	1.09	-0.26	2.44
Азиатская часть							
Хвойные	1.96	1.88	1.09	0.52	0.25	-0.01	0.69
Сосна	2.83	3.39	1.75	0.81	0.20	-0.02	1.12
Ель	2.70	3.58	1.60	0.66	0.26	0.06	0.57
Пихта	3.54	3.19	2.16	1.03	0.44	0.10	1.22
Лиственница	1.36	1.30	0.84	0.56	0.26	-0.02	0.53
Кедр	2.97	2.97	0.99	0.15	0.06	-0.01	0.76
Твердолиственные	3.05	4.53	1.64	0.86	0.46	0.19	0.97
Дуб	3.70	3.51	1.59	0.83	0.45	0.09	1.40
Мягколиственные	1.97	3.85	2.50	1.79	1.05	0.20	1.75
Береза	1.65	3.79	2.24	1.54	0.83	0.00	1.56
Осина	2.81	3.79	3.70	2.63	1.70	0.67	2.22
Прочие породы	2.81	2.60	1.77	0.73	0.87	0.54	1.77
Кустарники	0.03	0.03	0.07	0.06	0.10	0.08	0.07
Итого	1.93	1.84	1.07	0.63	0.33	0.03	0.77
Россия в целом							
Хвойные	2.63	2.64	1.41	0.71	0.31	-0.12	0.94
Сосна	3.15	3.69	2.20	1.07	0.28	0.04	1.58
Ель	4.53	4.80	2.62	1.25	0.45	-0.51	1.22
Пихта	3.59	3.41	2.37	1.09	0.45	0.12	1.28
Лиственница	1.36	1.31	0.84	0.56	0.26	-0.02	0.53
Кедр	3.04	3.01	1.13	0.24	0.21	0.06	0.88
Твердолиственные	3.80	4.85	2.73	1.31	0.59	0.24	1.60
Дуб	4.36	4.33	2.62	1.40	0.80	0.36	2.19
Мягколиственные	2.46	3.95	3.33	2.46	1.43	0.37	2.36
Береза	2.09	3.69	3.09	2.22	1.21	0.16	2.19
Осина	3.36	4.70	4.39	3.50	2.06	0.72	2.73
Прочие породы	4.87	5.70	1.80	1.52	4.44	1.58	2.13
Кустарники	0.03	0.03	0.07	0.06	0.10	0.08	0.07
Итого	2.56	2.54	1.63	1.01	0.46	-0.03	1.14

Таблица 7

Прирост по общей продуктивности по преобладающим породам и группам возраста

Породы и группы пород	Прирост по общей продуктивности, м ³ га ⁻¹ год ⁻¹ по группам возраста						
	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	средне- возраст- ные	приспе- вающие	спелые	пере- стойные	В целом
Европейская часть							
Хвойные	5.86	6.92	5.63	3.56	1.25	0.53	3.63
Сосна	4.91	6.50	5.37	3.34	1.19	0.42	4.14
Ель	6.55	7.52	5.83	3.56	1.20	0.57	3.10
Пихта	7.80	9.63	10.55	5.07	1.50	0.68	4.27
Лиственница	4.81	11.49	3.81	1.90	0.80	0.45	2.57
Кедр	8.06	8.85	12.72	7.83	5.17	1.88	8.52
Твердолиственные	5.41	6.94	5.49	3.55	2.57	1.16	4.50
Дуб	5.26	6.88	5.21	3.35	2.38	1.41	4.43
Мягколиственные	3.96	4.95	6.45	5.74	4.18	2.17	5.14
Береза	3.22	3.73	6.01	4.92	3.40	1.51	4.62
Осина	5.76	9.35	11.45	10.41	7.34	3.08	7.52
Прочие породы	10.01	11.37	4.22	4.50	9.27	3.36	6.95
Кустарники	0.03	0.03	0.01	0.03	0.05	0.05	0.02
Итого	5.33	6.39	5.99	4.56	2.21	0.88	4.18
Азиатская часть							
Хвойные	2.28	2.92	2.24	1.31	0.80	0.37	1.39
Сосна	3.27	4.70	3.28	1.76	0.79	0.45	1.97
Ель	5.20	5.51	3.44	1.82	0.88	0.21	1.32
Пихта	3.96	4.20	3.86	2.29	1.21	0.49	2.18
Лиственница	1.48	2.24	1.97	1.51	0.80	0.37	1.21
Кедр	3.43	3.98	1.68	0.37	0.25	0.04	1.23
Твердолиственные	4.75	5.36	2.44	1.28	0.69	0.35	1.38
Дуб	4.50	4.77	2.53	1.37	0.76	0.30	2.10
Мягколиственные	3.36	5.17	5.15	3.80	2.15	0.68	3.30
Береза	3.06	4.79	4.72	3.45	1.87	0.55	3.07
Осина	4.10	6.47	7.37	4.98	2.82	0.86	3.81
Прочие породы	5.43	3.18	3.42	1.55	1.84	1.13	3.36
Кустарники	0.05	0.05	0.12	0.11	0.20	0.13	0.12
Итого	2.46	2.71	2.19	1.47	0.89	0.41	1.50
Россия							
Хвойные	3.28	4.16	2.81	1.67	0.87	0.40	1.82
Сосна	3.88	5.78	4.23	2.32	0.88	0.44	2.77
Ель	6.37	7.29	4.93	2.82	1.06	0.43	2.47
Пихта	4.05	4.49	4.19	2.39	1.23	0.51	2.29
Лиственница	1.49	2.26	1.97	1.51	0.80	0.37	1.21
Кедр	3.54	4.03	1.86	0.50	0.45	0.16	1.39
Твердолиственные	5.06	6.00	4.21	2.16	0.99	0.48	2.40
Дуб	4.96	5.76	4.23	2.44	1.49	0.81	3.40
Мягколиственные	3.58	5.08	5.78	4.80	2.93	1.06	4.06
Береза	3.12	4.37	5.34	4.17	2.41	0.75	3.69
Осина	4.72	7.66	8.93	8.01	4.97	1.61	5.33
Прочие породы	8.19	6.18	3.44	2.50	7.35	3.19	3.75
Кустарники	0.05	0.05	0.12	0.11	0.20	0.13	0.12
Итого	3.31	3.76	3.03	2.15	1.13	0.50	2.09

Таблица 8

Отпад по преобладающим породам и группам возраста

Породы и группы пород	Отпад, м ³ га ⁻¹ год ⁻¹ по группам возраста						В целом
	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	средне-возрастные	приспевающие	спелые	перестойные	
Европейская часть							
Хвойные	1.51	2.59	2.64	1.84	0.62	1.10	1.65
Сосна	1.22	2.60	2.64	1.79	0.63	0.22	1.79
Ель	1.73	2.57	2.59	1.86	0.60	1.44	1.52
Пихта	2.40	2.33	4.12	2.41	0.80	0.41	1.71
Лиственница	0.27	1.96	0.95	0.51	0.20	0.10	0.48
Кедр	2.21	1.69	3.23	2.27	1.57	0.72	2.32
Твердолиственные	0.73	1.61	1.97	1.51	1.28	0.64	1.58
Дуб	0.47	1.62	2.00	1.46	1.16	0.75	1.61
Мягколиственные	0.68	0.85	2.26	2.64	2.15	1.32	1.91
Береза	0.36	0.19	2.02	1.99	1.48	0.72	1.50
Осина	1.48	3.36	5.93	6.22	4.89	2.25	4.04
Прочие породы	3.78	0.30	1.07	1.35	3.58	1.69	1.84
Кустарники	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01
Итого	1.27	2.09	2.39	2.19	1.12	1.14	1.73
Азиатская часть							
Хвойные	0.32	1.04	1.16	0.79	0.55	0.38	0.70
Сосна	0.44	1.31	1.53	0.95	0.59	0.47	0.85
Ель	2.50	1.93	1.84	1.16	0.62	0.15	0.75
Пихта	0.42	1.01	1.70	1.26	0.78	0.39	0.97
Лиственница	0.13	0.94	1.13	0.95	0.54	0.40	0.67
Кедр	0.46	1.02	0.69	0.22	0.19	0.05	0.47
Твердолиственные	1.71	0.83	0.80	0.42	0.23	0.16	0.41
Дуб	0.79	1.26	0.94	0.54	0.31	0.20	0.70
Мягколиственные	1.39	1.33	2.65	2.01	1.10	0.48	1.55
Береза	1.41	1.00	2.48	1.91	1.04	0.56	1.51
Осина	1.29	2.68	3.67	2.35	1.12	0.20	1.60
Прочие породы	2.62	0.57	1.65	0.82	0.97	0.58	1.59
Кустарники	0.02	0.02	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05
Итого	0.53	0.87	1.12	0.84	0.56	0.38	0.74
Россия							
Хвойные	0.65	1.52	1.40	0.95	0.56	0.52	0.89
Сосна	0.73	2.09	2.04	1.25	0.60	0.40	1.20
Ель	1.84	2.49	2.31	1.56	0.61	0.94	1.25
Пихта	0.46	1.08	1.82	1.30	0.78	0.39	1.00
Лиственница	0.13	0.95	1.13	0.95	0.54	0.40	0.67
Кедр	0.50	1.02	0.73	0.26	0.24	0.10	0.51
Твердолиственные	1.25	1.14	1.48	0.84	0.40	0.23	0.80
Дуб	0.60	1.43	1.61	1.04	0.70	0.46	1.20
Мягколиственные	1.12	1.13	2.46	2.34	1.50	0.69	1.70
Береза	1.03	0.68	2.25	1.95	1.19	0.59	1.51
Осина	1.36	2.96	4.54	4.51	2.91	0.89	2.59
Прочие породы	3.32	0.47	1.63	0.99	2.90	1.60	1.62
Кустарники	0.02	0.02	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05
Всего	0.75	1.22	1.40	1.13	0.66	0.53	0.96

только с более суровыми лесорастительными условиями в Сибири и на Дальнем Востоке – последние объясняют около половины этой разницы (классы бонитета в табл.2, см. также [13,15]), но и возрастной спецификой лесов и неудовлетворительным ведением хозяйства в них, в частности плохой охраной лесов от пожаров. Пространственное распределение текущих приростов и отпада показано на рис. 3,4 и 5.

Величина отпада, как и его возрастная динамика значительно различаются в Европейской и Азиатской частях страны. В целом, более высо-

кий отпад в Европейской России по сравнению с Азиатской частью (в 2.3 раза), объясняется как более высокой производительностью лесов здесь, так и более интенсивным прижизненным использованием древесины. В среднем, отпад в древостоях мягколиственных пород выше, чем в хвойных, в основном за счет более интенсивного отпада в спелых и перестойных насаждениях, которые в большей своей части не являются объектом хозяйственного воздействия. Возрастные закономерности

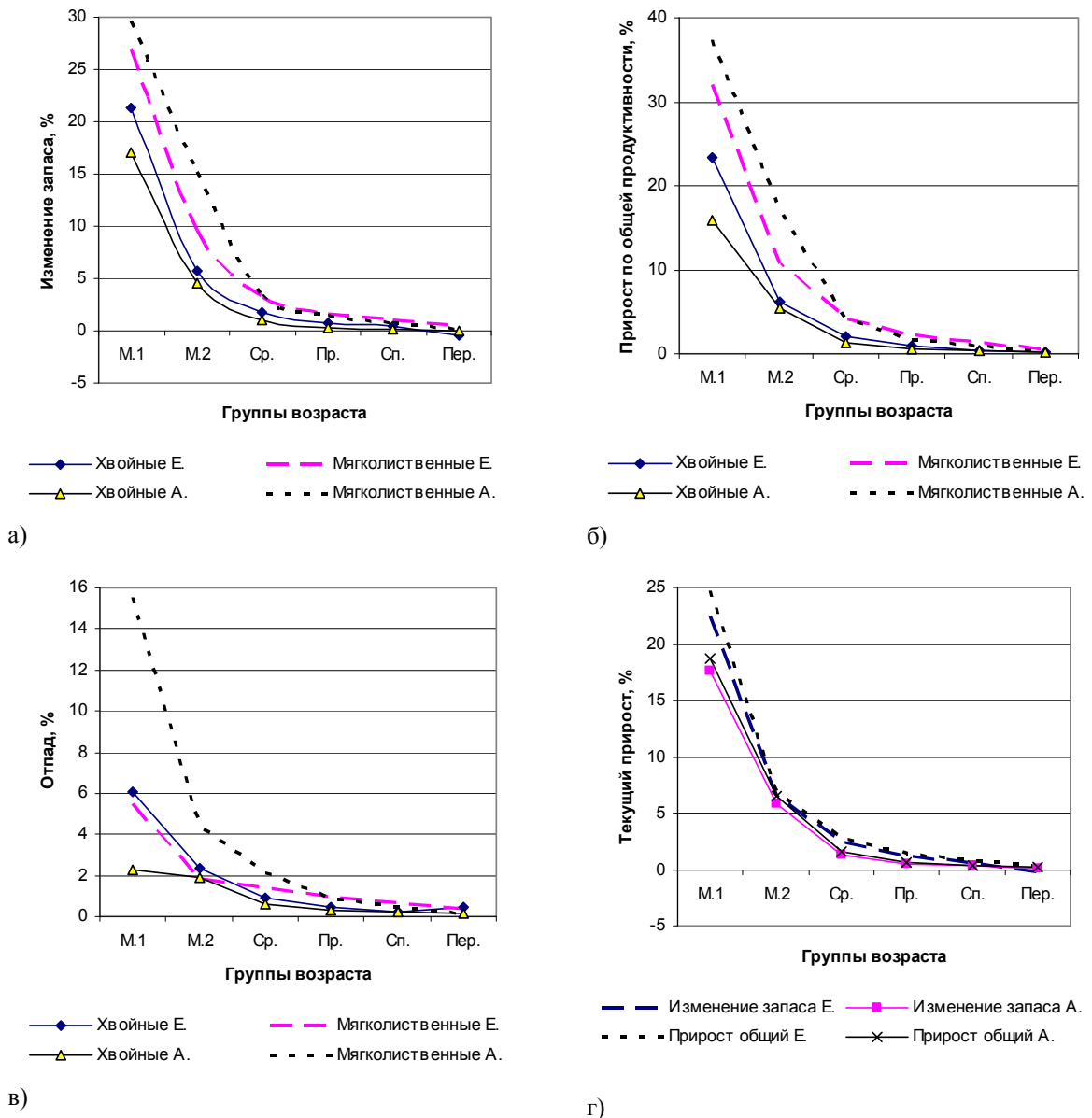


Рис.2. Изменение процента приростов и процента отпада.

а) Текущее изменение запаса хвойных и мягколиственных пород отдельно для Европейской (Е) и Азиатской (А) части России в процентах от наличного на момент оценки запаса древостоев; б) Текущий прирост по общей продуктивности в процентах от общей продуктивности древостоев; в) Текущий отпад в процентах от общей продуктивности древостоев; г) Текущее изменение запаса и текущий прирост по общей продуктивности для всех пород.

отпада в древостоях хвойных пород соответствуют региональной специфике лесообразовательного процесса, что и определяет существенные различия как по породам, так и по географическим районам. Относительно невысокий отпад в спелых и перестойных насаждениях Азиатской части объясняется несколькими причинами: 1) возраст спелости (как основа для деления лесов на группы возраста) установлен значительно ниже возраста естественной спелости; 2) большая часть насаждений хвойных пород в той или иной мере разновозрастны, а спелость устанавливается по преобладающему поколению; 3) существенное влияние оказывает предыдущая история формирования насаждений и особенности пожарных режимов.

Интересные закономерности обнаруживаются в изменении процентов текущих приростов и отпада (рис.2). По всем показателям, самый высокий процент отпада наблюдается в древостоях мягколиственных пород Азиатской части России, ниже – особенно в молодых насаждениях – в Европейской России. Различие в относительном приросте для хвойных пород не очень велико, хотя для всех групп пород соблюдается устойчивая закономерность более высокого процента приростов (как по наличному запасу, так и по общей продуктивности) в Европейской части страны. Точность полученных результатов зависит от надежности данных ГУЛФ и точности использованных моделей. Формальная оценка точности данных ГУЛФ вряд ли возможна. Анализ многочисленных публикаций оценки точности таксации при лесоустройстве [4,26] свидетельствуют, что площади лесов и таксационные показатели, используемые в моделях (кроме запаса), определяются достаточно надежно, без существенных систематических ошибок. Что же касается запаса, то можно считать установленным, что запас припевающихся, спелых и перестойных древостоев наземное лесоустройство занижает на 10-15%; другие методы лесоинвентаризации существенных систематических погрешностей не имеют. Поэтому можно предположить, что в целом по стране запас, а следовательно, и текущий прирост в настоящей работе занижен на 7-10%. Дополнительные погрешности вносятся разновременностью учетных работ и необходимостью использования частично устаревших данных. Однако здесь общая тенденция, скорее, противоположная, поскольку в течение последних десятилетий наблюдается заметный тренд увеличения в стране площади земель, покрытых лесной растительностью. Наконец, следует учесть, что использованные нами модели были построены на данных, отражавших

рост и продуктивность древостоев за значительный предыдущий период времени, порядка одного-двух столетий. Это значит, что они не отражают влияние глобальных изменений на продуктивность лесов за оцениваемое десятилетие. Мы кратко обсуждали этот вопрос выше. Очевидно, что разнонаправленные воздействия перечисленных факторов на продуктивность лесов в определенной мере нивелируются. В целом, полученные нами результаты следует рассматривать как консервативную оценку, которая вероятно занижает текущие приросты лесных насаждений России на величину порядка 5-10%.

Возможности сравнения полученных результатов с предыдущими ограничены. Нам известна только одна попытка оценки аналогичных показателей в масштабах страны, выполненная по сходной методике, но для укрупненных территориальных единиц (административных регионов Российской Федерации) и с использованием упрощенных оценок текущих приростов (использовались средние проценты по преобладающим породам и субъектам Российской Федерации) [19]. Используя агрегированные данные ГУЛФ-1993 [11], эта работа определила прирост по общей продуктивности, по наличному запасу и отпад, соответственно в 1899, 977 и 921 $\times 10^6 \text{ м}^3$. Это дает разницу к оценкам, приводимым в настоящей работе, +17.0; +10.8; и + 24.1%, соответственно. За десятилетие 1993-2002 гг. запас лесов России увеличился на 1.8%, с 80.676 до 82.130 $\times 10^9 \text{ м}^3$, т.е. приближенно можно утверждать, что новая оценка текущих приростов ниже предыдущей на 10-15%, в то время как различие в оценках отпада более значительно – разница составляет более 20% в сравнении с предыдущей.

Хотя региональные данные по отпаду относительно многочисленны (примеры – в табл. 7; все данные для Европейской части России), сравнение их с полученными результатами имеет ограниченное значение в силу (1) различных подходов к определению отпада и (2) географической ограниченностью имеющихся данных для сравнения (все данные в табл. 7- для Европейской части России). С.Н. Сеннов [17] определял фактический отпад на постоянных пробных площадях в модальных сосновых насаждениях, А.С. Матвеев-Мотин [16] – по величине «нормального» промежуточного пользования, А.В. Тюрин [18] – как подчиненную часть насаждения (приводимую также в большинстве таблиц хода роста). П.В. Воропанов [6] для оценки отпада использовал величину разности между приростом по общей продуктивности и изменением запаса,

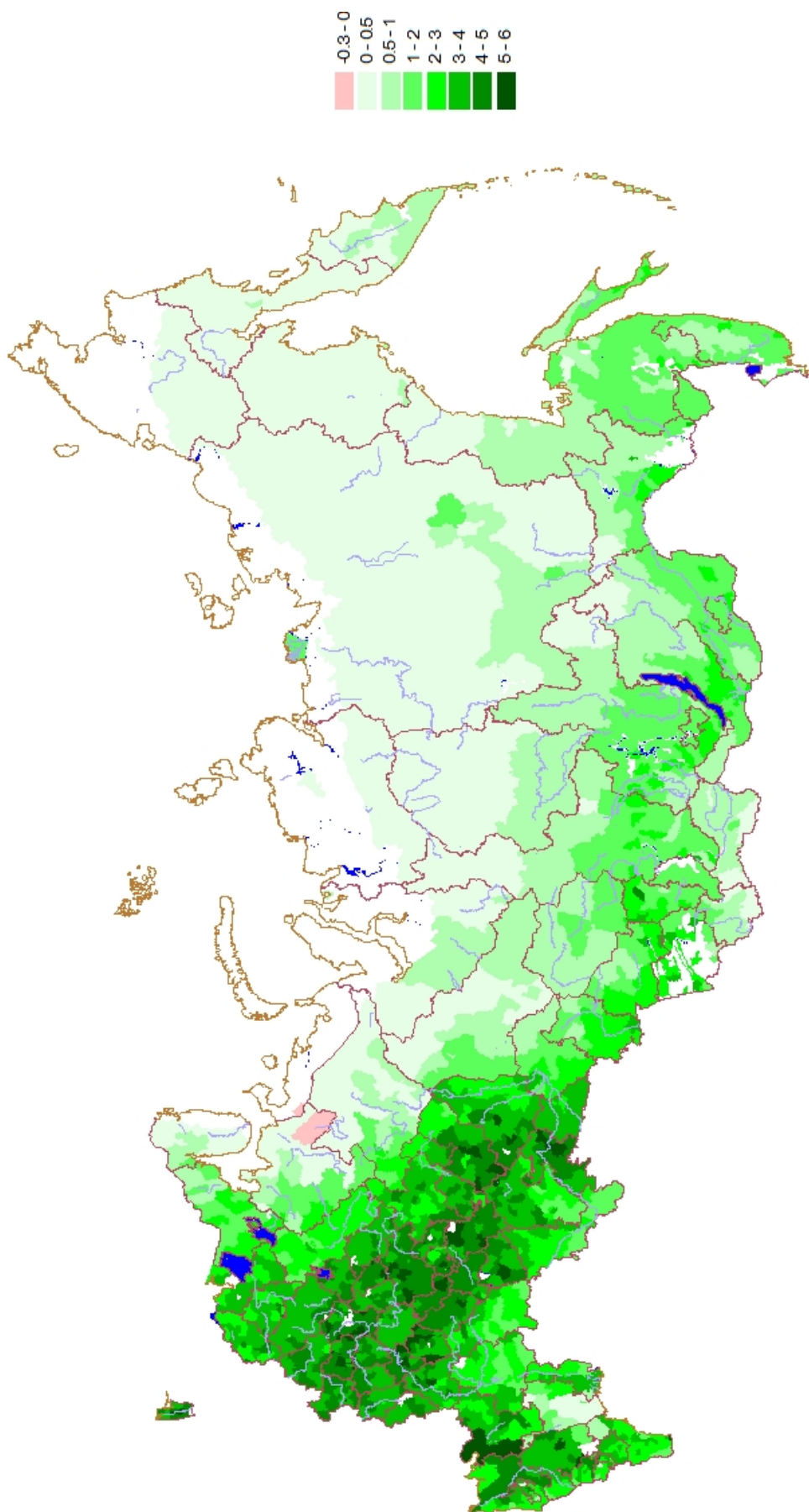


Рис. 3. Текущий прирост по наличному запасу, $\text{м}^3 \text{га}^{-1} \text{год}^{-1}$

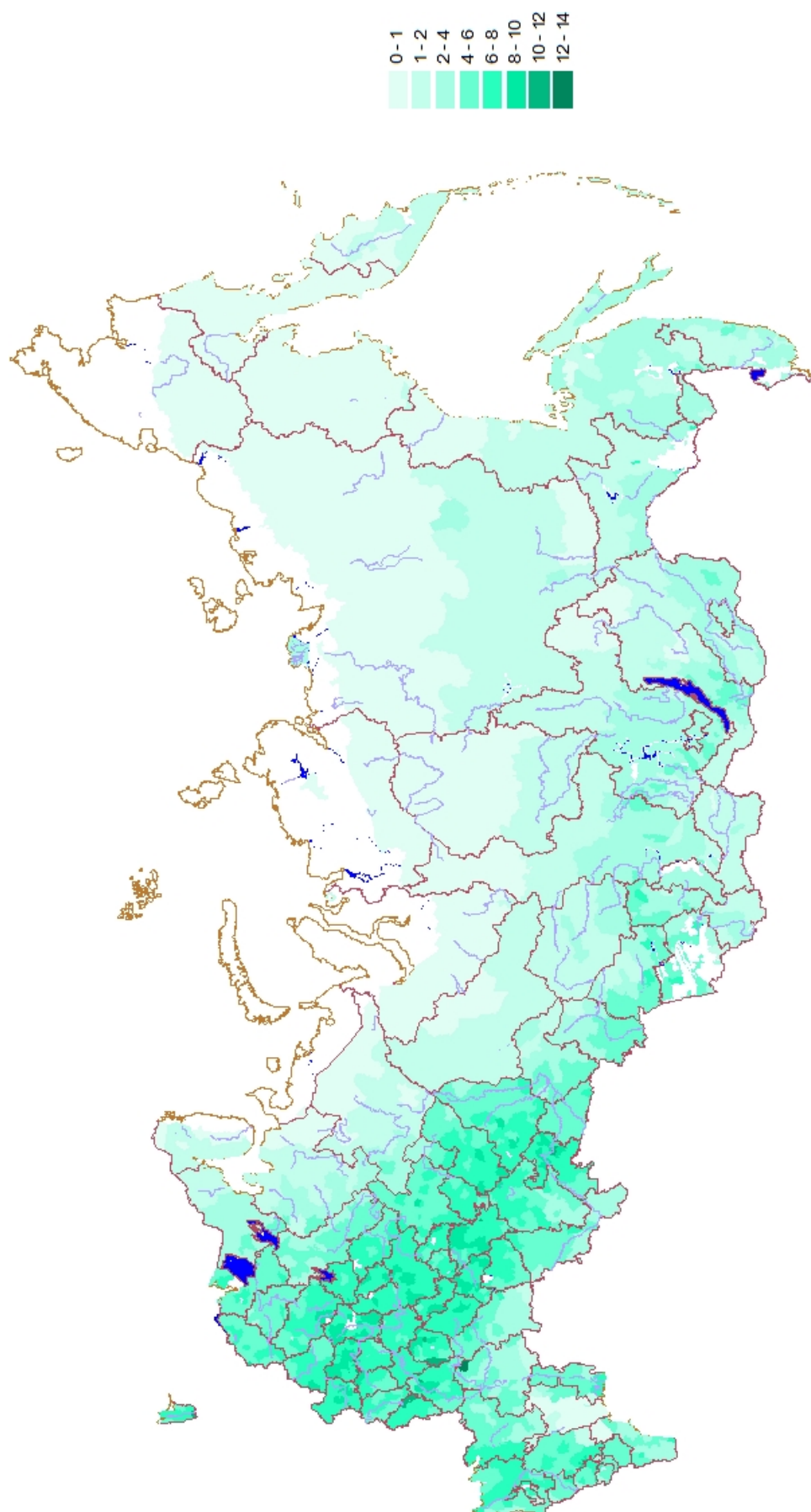


Рис. 4. Текущий прирост по общей продуктивности, $\text{м}^3 \text{га}^{-1} \text{год}^{-1}$

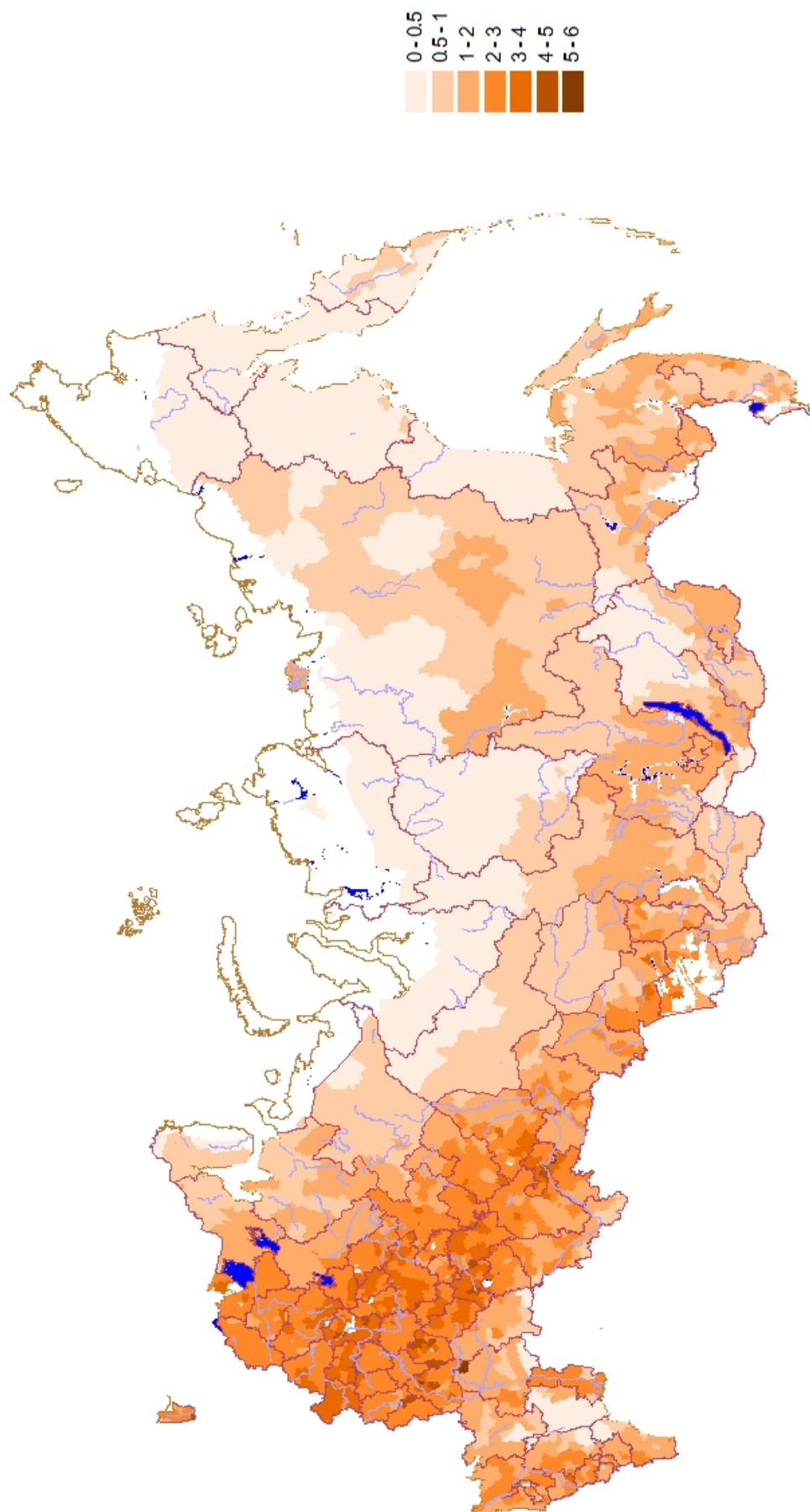


Рис. 5. Отпад, $\text{м}^3 \text{га}^{-1} \text{год}^{-1}$

Таблица 7

Процент текущего отпада в лесах Европейской части по различным источникам

Источник и насаждения	Возраст, лет							
	15	25	35	45	55	65	75	85
С.Н. Сеннов (1971)								
Сосняки II класса бонитета	-	2.2	2.5	2.5	2.3	2.0	1.1	-
Сосняки III класса бонитета	-	3.0	2.3	1.7	1.4	1.3	1.0	-
А.С. Матвеев-Мотин (1965)								
Семенные насаждения	4.0	2.7	2.2	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3
Порослевые насаждения	4.7	3.2	2.4	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1
А.В. Тюрин (1931)								
Сосняки II класса бонитета	-	3.3	2.7	1.9	1.4	1.1	0.9	0.8
Сосняки III класса бонитета	-	3.4	3.5	2.4	1.8	1.6	1.2	1.0
П.В. Воропанов (1971)								
Сосновые древостои	1.8	2.2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5
Еловые древостои	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2
Настоящая работа								
Сосновые древостои	3.6	2.5	1.8	1.3	1.0	0.7	0.5	0.4
Еловые древостои	5.0	3.4	2.4	1.7	1.2	0.9	0.7	0.6

рассчитанной им на основе данных ТХР. Однако принятая им предпосылка о величине среднего дерева отпада и использование ТХР нормальных (полных) насаждений вели к ошибкам, величина которых неизвестна. Можно предположить, что в большинстве случаев (исключая молодняки) оценки П.В. Воропанова завышают величину отпада. В целом, сравнение средних величин процента отпада показывает, что наши оценки для молодняков сосновых и еловых насаждений Европейской части достаточны близки к имеющимся результатам наблюдений на постоянных пробных площадях, но заметно ниже для насаждений старше 50-летнего возраста. Мы объясняем это тем, что в целом для Европейской части (и тем более – для Азиатской) модальные насаждения, для которых, собственно, и производились вычисления, имеют значительно ниже класс бонитета и полноту, чем на пробных площадях, использованных в цитируемых работах. Следует также учесть, что использование таблиц хода роста нормальных насаждений дает более высокий отпад, чем ТХР модальных древостоев.

Пользуясь своим методом, П.В. Воропанов оценил процент отпада в лесах Центрального экономического района (1966 год, 12 областей) [5] в 1.9%. Наша оценка для 2003 года составила 1.5%.

Предложенный в настоящей работе подход и модели могут быть использованы в различных приложениях, в частности, для оценки баланса производства и потребления древесины в стране. Покрытые лесом площади России за десятилетие 1993-2003 гг изменились на 1.65% с 763.5 млн. га в 1993 году до 776.1 млн. га в 2003 г. [7,11]. Предполагая, что средние значения величины

текущего прироста по наличному запасу за это десятилетие изменилась в пределах точности оценивания, общий текущий прирост по наличному запасу составляет $8.5 \times 10^9 \text{ м}^3$. Фактическое изменение запаса за это время по данным ГУЛФ 1993 и 2003 гг. составляет 1.4 млрд. м^3 (с 80.7 до 82.1 млрд. м^3). Согласно официальным данным за этот период было вырублено 1205.9 млн. м^3 ликвида по главному пользованию и порядка 300 млн. м^3 вследствие рубок промежуточного пользования и прочих рубок [10]. Даже если мы примем завышенный коэффициент перехода от ликвида к корневому запасу 1.25 и учтем указанное выше фактическое изменение запаса, то оказывается, что дисбаланс, т.е. не учтенные нарушения, уничтожающие древостой, составляет не менее $5 \times 10^9 \text{ м}^3$ стволовой древесины за десятилетие 1993-2002 гг., т.е. 500 миллионов м^3 в год. При всей приближенности такого расчета и неточности данных Государственного учета лесного фонда это значит, что на каждый кубометр используемой древесины погибает около 2.5 м^3 – вследствие пожаров, вспышек массового размножения насекомых, нелегальных рубок, и т.д. Очевидно, что любые утверждения о переходе российского лесного хозяйства к устойчивому управлению в такой ситуации остаются преждевременными.

Библиографический список

1. Антанайтис В. Таблицы таксации текущего прироста насаждений. – М.: Лесная пром-ть, 1961. – 60 с.
2. Антанайтис В.В., Загребев В.В. Прирост леса. – М.: Лесная пром-ть, 1981. – 200 с.

3. Верхунов П.М. Прирост запаса разновозрастных сосняков. – Новосибирск: Наука, 1979. – 254 с.
4. Ващук Л.Н., Швиденко А.З. Динамика лесных пространств Иркутской области. – Иркутск: Агентство лесного хозяйства по Иркутской области, 2006. – 392 с.
5. Воропанов П.В. Древесный отпад в лесах Центрального района Европейской части РСФСР. – 1971. – Рукопись. – 80 стр.
6. Воропанов П.В. Таблицы прироста насаждений основных лесобразующих пород СССР. – М.: Лесная пром-ть, 1974. – 127 с.
7. ГЛС 2003. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 2003 г.). – М.: Государственная лесная служба Российской Федерации, 2003. – 637 с.
8. Дворецкий М.Л. Текущий прирост древесины ствола и древостоя. – М.: Лесная пром-ть, 1964. – 125 с.
9. Гончарук В.В. Анализ способов определения текущего прироста запаса древостоя через элементарный объемный прирост // Лесная таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. научн. тр. – Красноярск: СТИ, 1983. – С. 57-62.
10. ФАЛХ 2006. Основные показатели лесохозяйственной деятельности за 1988, 1992-2005 годы. – М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2006. – 198 с.
11. ФСЛХР 1995а. Лесной фонд России (по учету на 1 января 1993 г.). – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1995. – 279 с.
12. ФСЛХР 1995б. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Часть 1. Организация лесоустройства. Полевые работы. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1995. – 175 с.
13. Загреев В.В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. – М.: Лесная пром-ть, 1978. – 212 с.
14. Зиганшин Р.А. Библиография изучения лесов Сибири. Прирост стволовой древесины // Лесная таксация и лесоустройство, 2007. – №1 (37). – С. 33-38.
15. Куликова Т.А. Оценка продуктивности лесов. – М.: Лесная пром-ть, 1981. – 152 с.
16. Матвеев-Мотин А.С. Прирост, производительность и продуктивность леса. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 118 с.
17. Сеннов С.Н. Метод определения величины отпада стволовой древесины // Лесоведение. – 1971. – №1. – С. 7-8.
18. Тюрин А.В. Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины и ели. – Ленинград: Сельхозгиз, 1930. – 232 с.
19. Швиденко А.З., Веневский В.С., Нильссон С. Обобщенная оценка прироста и отпада в лесах России // Устойчивое развитие бореальных лесов. Труды VII ежегодной конференции Международной ассоциации исследователей бореальных лесов, 19-23 августа 1996 г., Санкт-Петербург, Россия. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства, 1997. – С. 191-197.
20. Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели роста и биологической продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) – М.: Федеральная служба лесного хозяйства и Международный институт прикладного системного анализа, 2007. – 803 с.
21. Швиденко А.З. Какая система учета лесов нужна России // Лесная таксация и лесоустройство. – 2007. – № 1(37). – С. 128-156.
22. Magnani, F., Consiglio, L., Erhard, M. et al. Growth pattern and carbon balance of *Pinus radiata* and *Pseudotsuga menziesii* plantations under climate change scenarios in Italy / Forest Ecology and Management. – 2004. – Vol. 202, issues 1-3. – P. 93-105.
23. Matala, J., Ojansuu, R., Peltola, H. et al. Introducing effects of temperature and CO₂ elevation on tree growth into a statistical growth and yield model / Ecological Modelling. – 2005. – Vol. 181, Issues 2-3. – P. 173-190.
24. Rathgeber, C., Nicault, A., Kaplan, J.O., Guiot, C. Using a biogeochemistry model in simulating forests productivity responses to climatic change and [CO₂] increase: example of *Pinus halepensis* in Provence (south-east France) / Ecological Modelling. – 2003. – Vol. 166, Issue 3. – P. 239-255.
25. Richards, F.J. A flexible growth function for empirical use. Journal of Experimental Botany. – 1959. – P. 290-300.
26. Shvidenko, A., Nilsson, S. Dynamics of Russian forests in 1961-1998 and the carbon budget: An assessment based on long-term forest inventory data / Climatic Change. – 2002. – Vol.55. – № 1-2. – P. 5-37.
27. Shvidenko, A., Schepaschenko, D., Nilsson, S., Bouloui, Y. Semi-empirical models for assessing biological productivity of Northern Eurasian forests // Ecological Modelling. – 2007. – Vol. 204. – P. 163-179.
28. Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M., Skovsgaard, J. Growth trends in European forests. – European Forest Institute Research Report No5, Springer, 1996. – 372 pp.
29. Spieckler, H. Overview of recent growth trends in European forests / Water, Air, and Soil Pollution. – 1999. – Vol. 116. – P. 33-46.