

***В. А. УСОЛЬЦЕВ  
В. П. ЧАСОВСКИХ  
А. А. ОСМИРКО***

**ЧИСТАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОВ  
ЕВРАЗИИ:  
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМНЫХ СВЯЗЕЙ  
СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



**Caring for the Forest:  
Research in a Changing World**

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ  
ЛЕСОВ ЕВРАЗИИ**

**BIOLOGICAL PRODUCTIVITY  
OF EURASIA'S FORESTS**

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN  
FEDERATION  
URAL STATE FOREST ENGINEERING UNIVERSITY  
\*  
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, URAL BRANCH  
BOTANICAL GARDEN

**Usoltsev V.A., Chasovskikh V.P., Osmirko A.A.**

**NET PRIMARY PRODUCTION OF EURASIA'S  
FORESTS:  
A STUDY OF A SYSTEM OF REGULARITIES  
BY MEANS OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

YEKATERINBURG 2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

\*

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК, УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
БОТАНИЧЕСКИЙ САД

**В. А. Усольцев, В.П. Часовских, А.А. Осмирко**

**ЧИСТАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОВ ЕВРАЗИИ:  
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМНЫХ СВЯЗЕЙ  
СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Монография**

**ЕКАТЕРИНБУРГ 2018**



УДК 630\*52:630\*174.754+303.732  
У 76

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук профессор В.А. Азаренок;  
доктор биологических наук профессор Колтунов Е.В.;  
доктор технических наук профессор Лабунец В.Г.

Усольцев В.А., Часовских В.П., Осмирко А.А.

У 76 Чистая первичная продукция лесов Евразии: исследование системных связей средствами информационных технологий: монография / В.А. Усольцев, В.П. Часовских, А.А. Осмирко. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. 248 с. -1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Мин. Системные требования: IBM IntelCeleron; Microsoft Windows XP SP3; Видеосистема Intel HD Graphics; дисководб мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978—5—6041352—1—1

Предпринята попытка описать средствами информационных технологий климатически обусловленные тренды показателей чистой первичной продукции (ЧПП) лесов Евразии. На статистически значимом уровне выведены климатически обусловленные тренды ЧПП в пределах Евразии отдельно по каждому из древесных родов, максимально представленных на её территории как в широтном, так и в долготном направлениях. Использована сформированная авторами база фактических данных о фитомассе и ЧПП в количестве соответственно 8033 и 2600 определений на лесных пробных площадях (Usoltsev, 2013). Модели и алгоритмы монографии образуют основу компьютерной информационной системы для принятия решений в лесном секторе экономики, существенно повышающих эффективность менеджмента хозяйствующих субъектов.

Для специалистов в области разработки и управления лесным кадастром, разработки систем лесного мониторинга и экологических программ разного уровня, для аспирантов и студентов направлений подготовки 09.06.01, 15.04.02, 35.04.02, 35.06.02, 35.06.04, 38.04.02, 38.06.01

Печатается по решению Учёного совета Института экономики и управления Уральского государственного лесотехнического университета от 01.02.2018 г., протокол № 5.

На обложке: Кедр в горах Танну-Ола. Фото В.И. Харука ([https://scfh.ru/papers/vsled-za-lesom-v-gory-tannu-ola/?sphrase\\_id=7209451](https://scfh.ru/papers/vsled-za-lesom-v-gory-tannu-ola/?sphrase_id=7209451)).

ISBN 978-5-6041352-1-1



УДК 630\*52:630\*174.754+303.732

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2018  
© В.А. Усольцев, В.П. Часовских, А.А. Осмирко, 2018

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время очень активно обсуждается тема цифровизации экономики. Широкое использование информационных технологий во всех отраслях должно повысить их эффективность. Цифровая трансформация экономики предполагает создание регуляторной среды, поощряющей инновационные процессы и научные исследования, обеспечивающие реализацию технологической революции (<http://www.forbes.ru/tehnologii/346335-rossiyskaya-model-cifrovoy-ekonomiki-kak-borotsya-s-kadrovym-golodom-utechkoy>).

На климатическом саммите ООН в Париже в декабре 2015 года 196 стран приняли на себя обязательства сократить выбросы углекислого газа и не допустить повышения среднегодовой температуры более чем на 2 градуса к концу века. В целях реализации плана мероприятий по обеспечению сокращения в ближайшие годы объема выбросов парниковых газов до уровня 75 процентов к объему выбросов 1990 года разработаны «Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов» утвержденные Министерством природных ресурсов и экологии РФ распоряжением от 30 июня 2017 года за № 20-р. Главенствующую роль в этом играют леса России, занимающие более 20% территории мировых лесов.

Способность лесов изымать из атмосферы углерод и продуцировать органическое вещество является основой их функционирования (Дылис, 1978). В настоящее время в мире активно совершенствуются технологии оценки углерододепонирующей функции лесного покрова, при этом наиболее остро стоит проблема нехватки эмпирической информации о биологической продуктивности лесов. Информация о биологической продуктивности лесов важна не только в целях оценки их углерододепонирующей способности, но также в целях экологического мониторинга, устойчивого ведения лесного хозяйства, моделирования продуктивности лесов с учетом глобальных изменений, изучения структуры и биоразнообразия лесного покрова (Fowler et al., 2002). Исследования биопродуктивности лесных экосистем являются и будут важнейшими до тех пор, пока требуются решения по таким проблемам, как глобальные изменения, устойчивое развитие и сохранение биоразнообразия (Jiang et al., 1999).

Таким образом, для мирового научного сообщества изучение структуры и климатической обусловленности углероддепонирующей способности лесов, определяемой их чистой первичной продукцией (ЧПП), является одним из наиболее приоритетных направлений. Реализации подобной задачи на примере насаждений основных лесообразующих пород, произрастающих на евразийском материке, посвящено настоящее исследование. В основу исследования положен системный подход на основе информационных технологий в виде его простейшей реализации – метода многофактор-

ных эмпирических моделей, описывающих зависимость ЧПП от основных таксационных показателей древостоев в климатических градиентах Евразии. В некоторых главах они представлены в виде рекурсивной системы, согласно которой независимые переменные предыдущего выступают в роли зависимых переменных в последующих уравнениях.

Исследования выполнены на основе сформированной авторами базы данных о фитомассе (более 8 тыс. пробных площадей) и ЧПП (около 2600 пробных площадей) древостоев (Усольцев, 2010; Usoltsev, 2013). При её формировании использованы все литературные источники, имеющиеся в распоряжении авторов. Фитомасса и ЧПП каждой древесной породы структурирована по фракционному составу (стволы в коре и без коры, листва, хвоя, ветви, корни, нижний ярус) с указанием основных таксационных показателей древостоев и географических координат пробных площадей.

*Информация об авторах:*

**Усольцев Владимир Андреевич** – профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры менеджмента и управления качеством Института экономики и управления УГЛТУ, главный научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения РАН;

**Часовских Виктор Петрович** – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой менеджмента и управления качеством, директор Института экономики и управления УГЛТУ;

**Осмирко Анна Андреевна** – аспирант Института экономики и управления УГЛТУ.

# ГЛАВА 1. ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ГРАДИЕНТЫ ЧИСТОЙ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ (ЧПП) ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ЕВРАЗИИ

## 1. Общие замечания

Чистая первичная продукция (ЧПП) представляет собой чистый “сток” углерода из атмосферы в растительный покров и поэтому широко используется в качестве показателя интенсивности изъятия атмосферного  $\text{CO}_2$  наземными экосистемами, т.е. их углерододепонирующей способности. ЧПП – это скорость связывания растительностью атмосферного  $\text{CO}_2$  (брутто первичная продукция  $GPP$ ) за вычетом возврата связанного углерода в атмосферу в результате дыхания растения. Последний показатель характеризуется большой неопределённостью и предельно неустойчивыми оценками (Ryan et al., 1996; Lavigne et al., 1997; Roxburgh et al., 2005).

Альтернативой является определение ЧПП таксационными методами на лесных пробных площадях (Усольцев, 2007). Дебора Кларк с соавторами (Clark et al., 2001) дают блок-схему компонентов чистой первичной продукции (ЧПП, или  $NPP$ ) лесного насаждения, имеющейся в наличии (а) и подлежащей измерению (б), и анализируют методические аспекты по каждому из блоков (рис. 1). Структура ЧПП на этой схеме имеет всеобщий характер, правда, анализ методических приемов по каждому блоку выполнен авторами с учетом специфики тропических дождевых лесов.



Рис. 1. Компоненты первичной продукции лесного насаждения, имеющиеся в наличии (а) и подлежащие измерению (б) (Clark et al., 2001).

Надземная ЧПП и годичный прирост надземной фитомассы - понятия близкие, практически идентичные, поскольку первая величина превышает вторую на величину потерь вследствие объедания фитофагами какой-то части хвои и побегов текущего года, вымывания элементов питания дождевыми осадками и т.п., а эта разность ничтожно мала. Поэтому надземная ЧПП (*NPP*) и годичный прирост надземной фитомассы являются, по существу, синонимами, поскольку разница между ними находится в пределах точности оценивания. «Картина глобального распределения фитомассы и ЧПП является тем лекалом, по которому происходит эволюция жизни на Земле. Представлениями о глобальной модели биологической продуктивности сформированы многие аспекты экологической и эволюционной теории, особенно те, которые касаются биологического разнообразия, видообразования, динамики популяций, их устойчивости, реликтовых видов и их сохранения», - пишут М. Хастон и С. Волвертон (Huston, Wolverton, 2009).

Взаимосвязь фитомассы и ЧПП обусловлена чисто теоретическими предпосылками: фитомасса является непосредственной функцией годичной продукции, и оба показателя лимитируются одними и теми же экологическими факторами, такими как температура, обеспеченность влагой и элементами питания, хотя величина фитомассы зависит и от других неучтенных факторов (Keeling, Phillips, 2007).

Хотя ЧПП и фитомасса насаждений определяются одними и теми же эндо- и экзогенными факторами, но характер зависимостей от этих факторов у них разный. Показатели фитомассы достаточно консервативны, тогда как ЧПП более чутко реагирует на изменение названных факторов, в том числе возраста. Например, фитомасса и ЧПП насаждений с некоторого возраста начинает снижаться, но этот процесс по ЧПП начинается намного раньше, чем по наличной фитомассе и определяется нарушением баланса между фотосинтезом и дыханием, снижением доступности элементов почвенного питания и снижением скорости фотосинтеза – факторами, к которым фитомасса менее чувствительна (Gower et al., 1996).

При первых попытках анализа и моделирования соотношения «ЧПП: фитомасса» возраст древостоев игнорировали и пытались вывести некую обобщенную линейную зависимость, единую для всех древесных и кустарниковых видов (рис. 2).

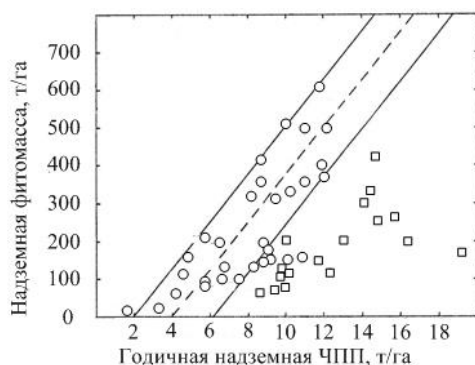


Рис. 2. Взаимосвязь надземной фитомассы и соответствующей ЧПП (Whittaker et al., 1974); кружками обозначены данные для климаксовых и предклимаксовых североамериканских и европейских древесных и кустарниковых видов, включая кипарисовые редины; квадратами – молодняки хвойных и лиственных древесных видов.

Американские исследователи (Whittaker, Likens, 1973; Whittaker et al., 1974), собрав все имеющиеся на тот момент данные о соотношении «фитомасса: ЧПП» для североамериканских и европейских древесных и кустарниковых видов (обозначены кружками на **рис. 2**), вывели их линейную взаимосвязь

$$P_{abo} = 0,625 Z_{abo} - 250, \quad (1)$$

где  $P_{abo}$  и  $Z_{abo}$  – здесь и далее соответственно надземная фитомасса и соответствующая годичная ЧПП (т/га). На **рис. 2** в верхнюю часть доверительной зоны регрессии вошли исключительно климаксовые (спелые и перестойные), а в нижнюю – предклимаксовые насаждения. Молодняки хвойных и лиственных древесных видов (обозначены квадратами за пределами доверительной зоны) были исключены авторами из регрессионного анализа, как и крупноствольные древостои секвойи.

В ходе МБП существенно возросла информация о биопродуктивности лесов, и первые результаты программы были опубликованы в виде сводки (DeAngelis et al., 1981). Американскими исследователями (O'Neill, DeAngelis, 1981) данные МБП были наложены на график, показанный на **рис. 2**, вернее, лишь на ту его часть, которая соответствует доверительной зоне регрессии (1) с включенными в анализ климаксовыми и предклимаксовыми насаждениями (Whittaker, Likens, 1973). Оказалось, что данные МБП для спелых насаждений в основной своей части легли в доверительный интервал регрессии (1), за исключением молодых культур вечнозеленых древесных видов (**рис. 3**). Как и предыдущие исследователи, названные авторы (O'Neill, DeAngelis, 1981) выбраковали все фактические данные, выходящие за пределы доверительной зоны линейной регрессии (1), а поскольку данные для спелых насаждений в обоих случаях уложились в доверительную зону регрессии (1), то они подтвердили ее правомерность.

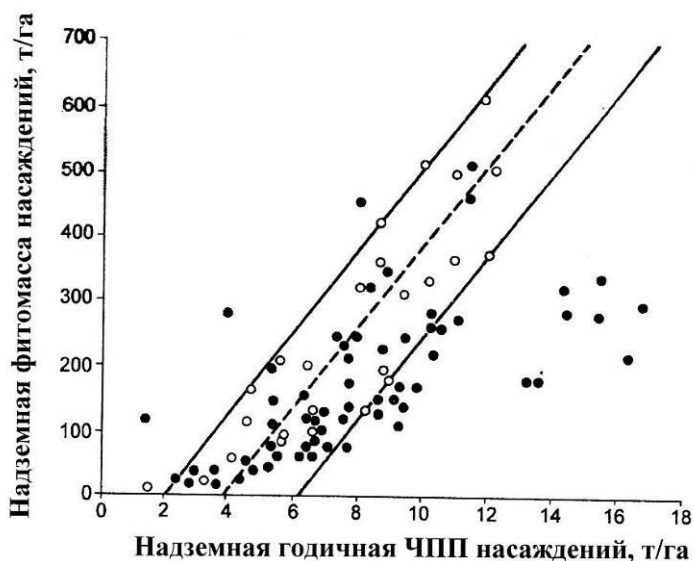


Рис. 3. Взаимосвязь надземной фитомассы и соответствующей ЧПП; пустые кружки – данные Р. Уиттекера и Г. Лайкенса (Whittaker, Likens, 1973); сплошные кружки – данные 117 определений по материалам МБП (O'Neill, DeAngelis, 1981)



При расчете уравнения (1) (Whittaker, Likens, 1973; Whittaker et al., 1974) и при последующем его подтверждении (O'Neill, DeAngelis, 1981) были использованы фактические данные временных пробных площадей, на которых был учтен полный фракционный состав (стволы, ветви и листва). Соответственно, надземная фитомасса и ЧПП получены путем суммирования фитомассы и ЧПП составляющих компонентов. ЧПП фракций фитомассы оценивалась «ретроспективным» методом (Усольцев, 2007). Однако при этом фактический материал охватывал сравнительно небольшой интервал годичной ЧПП, от 2 до 16 т/га, включая в основном бореальную зону и в меньшей степени – зону умеренных лесов. Для наиболее продуктивных тропических лесов данные отсутствовали.

С целью охватить весь диапазон климатических условий Х. Килинг и О. Филипс (Keeling, Phillips, 2007) использовали расчетный метод определения фитомассы и ЧПП на основе глобальных сводок аллометрических уравнений для фитомассы деревьев разных пород. При этом ЧПП определялась не ретроспективно, а в режиме реального времени роста насаждений как разность запасов фитомассы за некоторый период времени плюс ее отпад и опад за этот же период. Они проанализировали данные около 190 спелых насаждений разных пород в зонах бореальных, умеренных и тропических лесов четырех континентов (кроме Австралии)

Полученный результат разительно отличался от выводов предшественников: зависимость «фитомасса: ЧПП» имеет не линейный, как на рис. 2 и 3, а колоколообразный либо асимптотический характер (рис. 4).

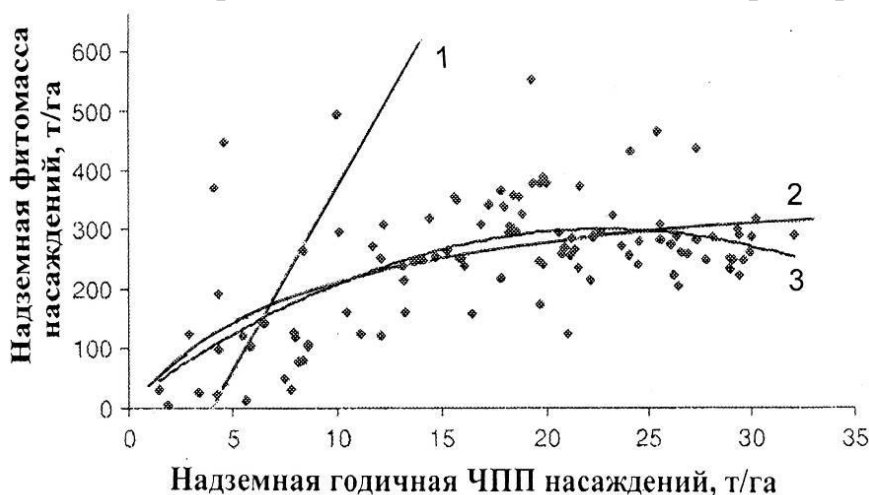


Рис. 4. Зависимость надземной фитомассы от соответствующей ЧПП насаждений в зонах бореальных, умеренных и тропических лесов:

1 – по уравнению (1) (Whittaker, Likens, 1973; O'Neill, DeAngelis, 1981); 2 – по кривой, выходящей на плато  $P_{abo} = 403,6 Z_{abo} / (Z_{abo} + 9,08)$ ,  $R^2 = 0,36$ ; 3 – по квадратичной параболе  $P_{abo} = 11,0 + 25,33Z_{abo} - 0,555(Z_{abo})^2$ ,  $R^2 = 0,33$  (Keeling, Phillips, 2007).

Надземная фитомасса на 1 га нарастает и достигает пика при величине ЧПП, равной 15-20 т/га в год, затем выходит на плато при ЧПП, равной 20-30 т/га в год либо постепенно снижается при годичной ЧПП > 30

т/га. Применяв критерий Акайке (Akaike, 1974), авторы установили, что колоколообразная закономерность является наиболее вероятной.

Но и это еще не всё. Американские исследователи В. Харрис с коллегами (Harris et al., 1973) для смешанных насаждений шт. Теннесси установили третий вид взаимосвязи, отличающийся как от прямой, так и от параболической (рис. 5). Хотя это тоже парабола, но оси координат поменялись местами. Наибольшее значение ЧПП (16-24 т/га) здесь соответствует фитомассе 200-270 т/га. На рис. 4 максимальное значение фитомассы около 300 т/га приходится на ЧПП, равную 17-20 т/га. Иными словами, на рис. 4 максимальное значение фитомассы 300 т/га соответствует оптимальному значению ЧПП 17-20 т/га, а на рис. 5, напротив, максимальное значение ЧПП 16-24 т/га соответствует оптимальной величине фитомассы 200-270 т/га, т.е. оптимумы и максимумы поменялись местами.



Рис. 5. Зависимость годичной надземной ЧПП смешанных насаждений шт. Теннесси от надземной фитомассы (Harris et al., 1973).

На примере 96 насаждений двухвойной сосны китайской (*Pinus tabulaeformis* Carr.) в зоне умеренных лесов Китая был показан (рис. 6, слева) нелинейный характер зависимости  $Z \sim P$  (Fang et al., 1996). Видно, что ЧПП нарастает по мере увеличения фитомассы, но не пропорционально, а с замедлением темпа нарастания. Названную зависимость авторы описали уравнением

$$1/Z_{tot} = 0,0166 + 5,71/P_{tot}; R^2 = 0,86, \quad (2)$$

где  $Z_{tot}$  и  $P_{tot}$  — здесь и далее годичная общая (надземная и подземная) ЧПП и соответственно фитомасса (т/га).

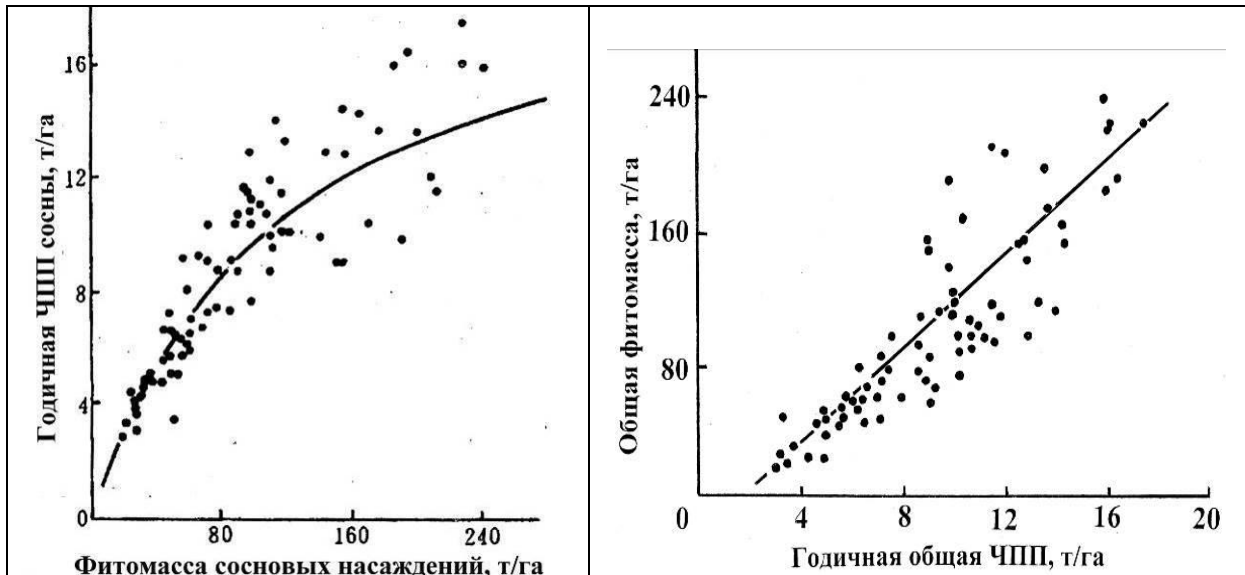


Рис. 6. Зависимость общей ЧПП от фитомассы (слева) по уравнению (2) и общей фитомассы от общей ЧПП (справа) по уравнению (3) в 96 насаждениях *Pinus tabulaeformis* Китая (Fang et al., 1996)

Однако то же поле распределения фактических данных в координатах  $P \sim Z$  вполне можно описать линейной функцией. С целью привести упомянутую линейную зависимость в соответствие с графиками на рис. 3 – 4, поле распределения данных нами развернуто на  $90^\circ$ , т.е. оси координат поменяны местами (рис. 6, справа), и рассчитано уравнение

$$P_{tot} = 14,19 Z_{tot} - 29,09; R^2 = 0,77. \quad (3)$$

Анализ более полной базы данных общей ЧПП и фитомассы (т/га) *Pinus tabulaeformis* для зоны умеренных лесов и субтропиков (от  $33^\circ$  до  $43^\circ$  с.ш.) в количестве 160 определений (Усольцев, 2010; Usoltsev, 2013) подтвердил линейный характер взаимосвязи названных показателей (рис. 7), которая описана уравнением

$$P_{tot} = 11,09 Z_{tot} + 1,98; R^2 = 0,76. \quad (4)$$

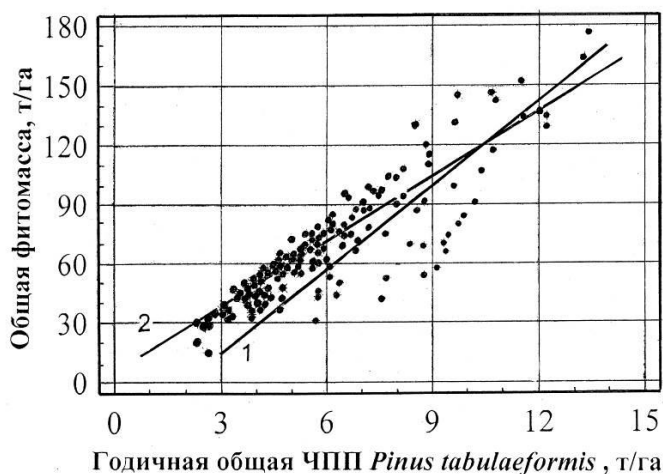


Рис. 7. Зависимость общей ЧПП от фитомассы *Pinus tabulaeformis* Китая:

1 - по уравнению (3) (Fang et al., 1996);

2 - по нашим материалам 160 насаждений базы данных (Usoltsev, 2013), уравнение (4).

Трудоемкость получения фактических данных ЧПП насаждений существенно превышает таковую при определении их фитомассы, и по этой причине в базах данных количество определений фитомассы в шесть раз больше, чем ЧПП (Усольцев, 2010). Очевидно, что получение значений ЧПП по известной фитомассе насаждений ( $Z \sim P$ ) более актуально, чем наоборот ( $P \sim Z$ ).

А.И. Уткин с соавторами (2004), исследовав соотношения  $Z \sim P$  для восьми лесобразующих древесных пород Северной Евразии не пошли по пути своих предшественников (см. **рис. 2 и 3**), отбраковывавших молодые и приспевающие насаждения, не вписывавшиеся в их представление о линейной зависимости  $P \sim Z$ , и модифицировали соотношение  $Z \sim P$  путем включения в регрессионную зависимость возраста древостоя ( $A$ , лет).

По данным фитомассы и ЧПП разных древесных пород, полученным на 420 пробных площадях Северной Евразии, они рассчитали серию уравнений вида:

$$Z_{abo} = a_0 + a_1(P_{abo}/A). \quad (5)$$

$R^2$  уравнений (5) составил: для сосны обыкновенной 0,741, для ели 0,672, для дуба 0,697, для березы 0,729, для осины 0,380, для липы 0,322, для ольхи черной 0,622 и для ольхи серой 0,680.

В частности, для сосняков (*Pinus sylvestris*) в возрасте от 9 до 202 лет при надземной фитомассе от 5 до 368 т/га А.И. Уткин с соавторами (2004) предложили уравнение

$$Z_{abo} = 0,7 + 2,5(P_{abo}/A), \quad (6)$$

табулированием которого получена его графическая интерпретация (**рис. 8**), дающая наглядное представление о том, что возраст существенно влияет на соотношение ЧПП и фитомассы сосняков. Верхняя линия для возраста 10 лет на **рис. 8** учитывает возрастную категорию древостоев, отбракованную на **рис. 2 и 3** (при развороте графиков на  $90^\circ$ ).

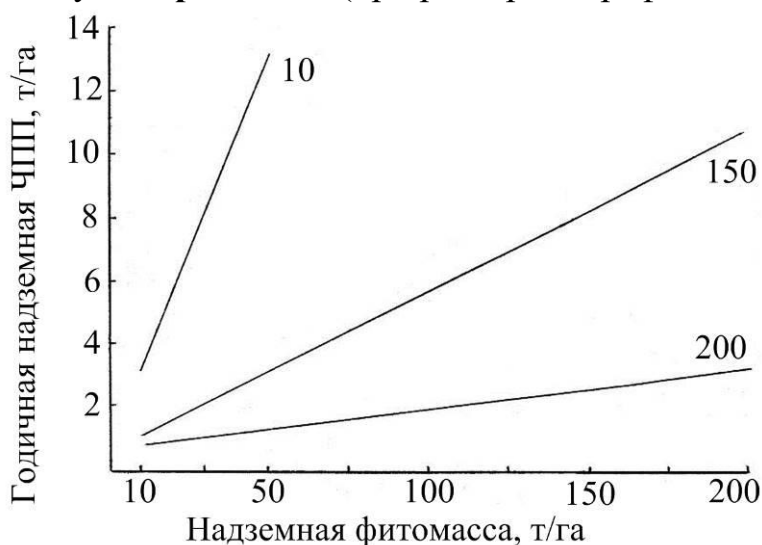


Рис. 8. Зависимость ЧПП от фитомассы сосны обыкновенной (т/га) для возраста 10, 50 и 200 лет (показан цифрами), полученная по уравнению (6) и данным 217 пробных площадей (Уткин и др., 2004).

Таким образом, количественное описание соотношения  $Z \sim P$  (или  $P \sim Z$ ) крайне противоречиво, а из всех действующих на него факторов исследовано влияние лишь возраста древостоя.

Величина ЧПП, как и фитомассы насаждений (Усольцев и др., 2018), определяется гидротермическим режимом местообитаний. По поводу применения климатических индексов при оценке ЧПП насаждений К.Б. Лолицкий и В.С. Чуенков (1980) полагают, что ни одна формула индекса «...не раскрывает физической сущности связей между теплом, влагой и годичным приростом древесины. Отсюда значение индексов биологически не обусловлено» (С. 51). Использование комплексного климатического индекса имело смысл на ранних этапах исследований потенциальной продуктивности, до наступления периода «компьютерного бума», пока техника многофакторного регрессионного анализа была еще не освоена и анализировались лишь простые парные взаимосвязи. Сегодня, при наличии множества соответствующих стандартных программ, упомянутые недостатки комплексного климатического индекса могут быть устранены путем построения адекватных эмпирических моделей и их систем, построенных с учетом дифференцированной по экорегионам доли влияния отдельных климатических факторов (Усольцев, 2003).

Подобный подход был уже к какой-то мере использован отечественными исследователями, и он вполне оправдал себя. Так, А.А. Григорьев и М.И. Будыко (1956) при выводе периодического закона географической зональности исходили из того, что расположение географических зон невозможно локализовать лишь по сетке координат, и в пределах одного широтного пояса (и соответствующей градации радиационного баланса), продуктивность растительного покрова определяется условиями увлажнения. Для их идентификации авторы предложили показатель радиационного индекса сухости  $R/Lr$ , где  $R$  – годовой радиационный баланс,  $L$  – скрытая теплота испарения,  $r$  – годовые осадки. В пределах широтного (зонального) пояса максимальная продуктивность растительного покрова наблюдается при значении названного индекса 0,7-0,8. При возрастании радиационного баланса по широтному градиенту от 20 до 70 ккал/см<sup>2</sup> максимальная продуктивность растительного покрова увеличивается с 5 до 35 т/га в год, а при нарастании индекса сухости от 0,8 до 4-5 продуктивность снижается по всем широтным поясам до минимальной – 2-3 т/га в год (Будыко, Ефимова, 1968).

Н.И. Базилевич с соавторами (1968) по имеющимся на тот момент данным пробных площадей составили карту первичной продуктивности территорий и рассчитали её зависимость от радиационного баланса  $R$  и индекса сухости  $R/Lr$  совместно (рис. 9). Ими установлено, что чистая первичная продукция (ЧПП) насаждений увеличивается от северных широт к южным в соответствии с возрастанием тепловых ресурсов, но неравномерно: при  $R/Lr = 1$  увеличение  $R$  от минимальных значений до 40 ккал/см<sup>2</sup> в

год приводит вначале к резкому росту ЧПП, а затем последняя стабилизируется. При значениях  $R > 40$  ккал/см<sup>2</sup> в год преобладающая роль в увеличении ЧПП принадлежит влаге, и при  $R/Lr < 1$  она повышается особенно заметно.

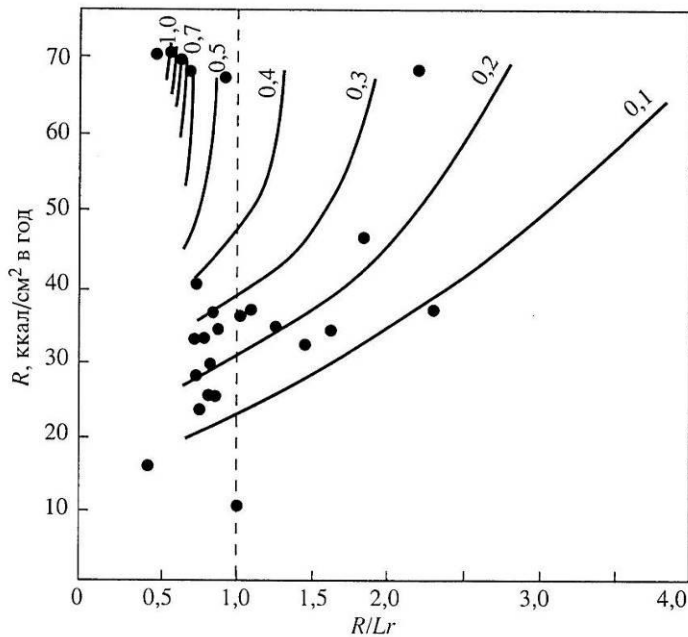


Рис. 9. Схема изменения относительных величин полного годового прироста (в долях единицы максимального прироста, показаны цифрами) зональных растительных сообществ в зависимости от радиационного баланса  $R$  и индекса сухости  $R/Lr$  (Базилевич и др., 1968; Дроздов, 1969).

Ранее нами (Усольцев и др., 2018) была показана зависимость уровня продуцирования органического вещества от гидротермических

условий климата, определяемых специфическими вкладами солнечной радиации, температуры, влажности и других факторов. Фактором, опосредующим одновременно влагообеспечение и солнечную энергию, является эвапотранспирация, при этом солнечная энергия определяет фазовый перенос доступной воды и лимитирует фотосинтез (Rosenzweig, 1968). Осадки и биотемпература, по Л.Р. Холдриджу (Holdridge, 1967), выполняют соответственно аналогичные функциональные роли. Это согласуется с утверждением Г.Ф. Хильми (1976): «Транспирация растительным покровом влаги практически полностью происходит за счет поглощаемой им физиологически активной радиации» (с. 10).

Зависимость ЧПП от уровня эвапотранспирации Х. Лит (1974) описал экспоненциальной функцией, назвав ее кривой насыщения (рис. 10). Он использовал данные по эвапотранспирации более 1000 метеостанций, равномерно распределенных по Земному шару, а также фактические данные ЧПП, полученные в ходе МБП и усредненные для той или иной формации. Используя названную зависимость и карту фактической эвапотранспирации Гейгера, Х. Лит составил карту первичной продуктивности суши.

Аналогичная карта была создана Х. Литом (1974) на основании парных зависимостей ЧПП от температуры и осадков (рис. 11), которая показала хорошее соответствие с первой.

Зависимости ЧПП от среднегодовой температуры и осадков (см. рис. 11) были повторены коллективом авторов (Luysaert et al., 2007) на существенно более обширной, глобальной базе данных в количестве 513 проб-



ных площадей 8 основных биомов суши (рис. 12). Если на графиках Х. Литта (см. рис. 11) визуально просматриваются парные зависимости ЧПП от каждого из двух факторов, то на рис. 12, где нанесены современные данные ЧПП, полученные в значительно большем объёме, проследить достаточно чёткие зависимости, особенно в связи с осадками, практически уже невозможно, хотя, казалось бы, при большем числе наблюдений искомые зависимости должны быть более значимыми.

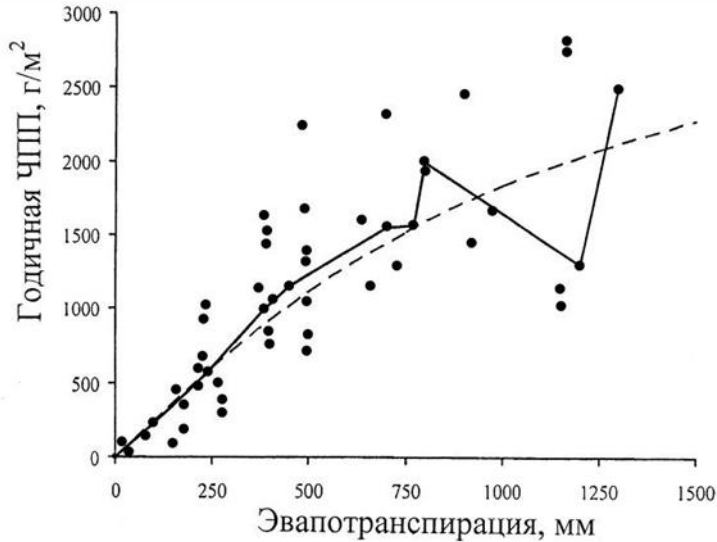


Рис. 10. Зависимость годичной ЧПП фитомассы в абсолютно сухом состоянии для 20 растительных формаций Земного шара от фактической эвапотранспирации (Лит, 1974).

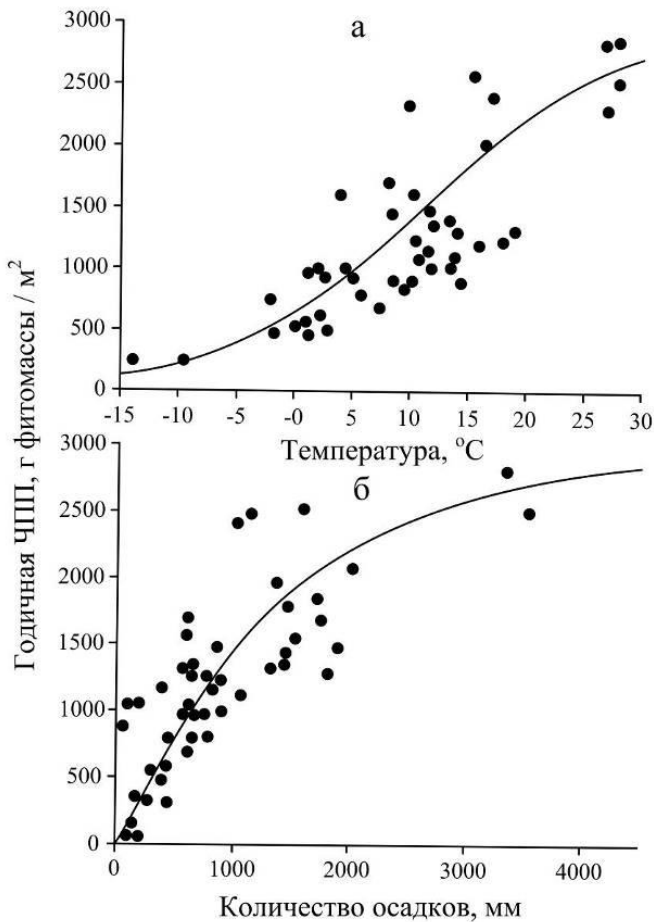


Рис. 11. Зависимость ЧПП фитомассы в абсолютно сухом состоянии для 20 растительных формаций Земного шара от среднегодовой температуры (а) и среднегодового количества осадков (б) (Лит, 1974).

Причина подобного расхождения, по-видимому, состоит в том, что в случае, когда игнорируются существенные, определяющие ЧПП факторы, увеличение числа наблюдений ничего не даёт. Такими неучтёнными факторами в данном случае являются основные морфометрические показатели лесных фитоценозов, которые варьируют в естественных условиях в широком диапазоне, перекрывающем диапазон варьирования ЧПП под влиянием собственно температуры и осадков.

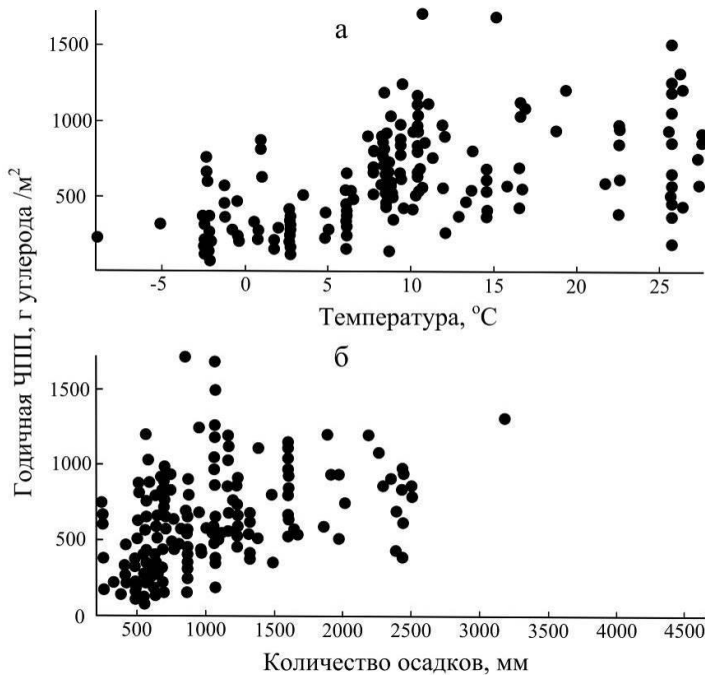


Рис. 12. Зависимость годичной ЧПП по углероду по данным 513 местообитаний 8 биомов Земного шара от среднегодовой температуры (а) и среднегодового количества осадков (б) (Luyssaert et al., 2007).

Согласно М. Хастону с соавторами (Huston, Wolverton, 2009) максимальные значения ЧПП по зональному (широтному) профилю приходятся на 20-ю параллель северного полушария (рис. 13), а согласно К. Андерсону с соавторами (Anderson et al., 2006) – на экваториальную область (рис. 14).

Возможно, небольшое расхождение вызвано использованием разных баз исходных данных ЧПП: в первом случае южный предел растительности ограничен Австралией (40-я параллель южного полушария), а во втором случае – южной оконечностью Южной Америки (55-я параллель южного полушария). Примерно такая же закономерность представлена на рис. 15, характеризующем зависимость почвенного дыхания по трансконтинентальному зональному градиенту, что свидетельствует о единой основе функционирования лесных экосистем, когда процессы депонирования атмосферного углерода (приходная часть углеродного цикла) взаимосвязаны с интенсивностью разложения органического вещества (расходная часть цикла).

Более того, Г. Лундегорд (1937. С. 304) показывает, что интенсивность «фактора углекислоты» (Kohlensäurefaktor) можно косвенно установить через «абсолютное почвенное дыхание» и что «фактор углекислоты в значительной степени является эдафическим фактором» (Lundegårdh, 1927, 1953).

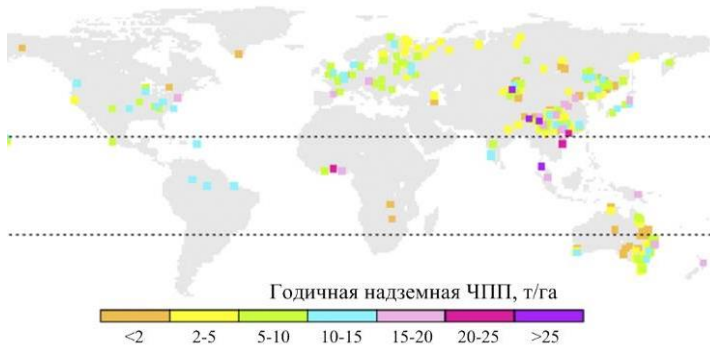


Рис. 13. Глобальное распределение годичной надземной ЧПП спелых насаждений планетарных лесов (Huston, Wolverton, 2009).

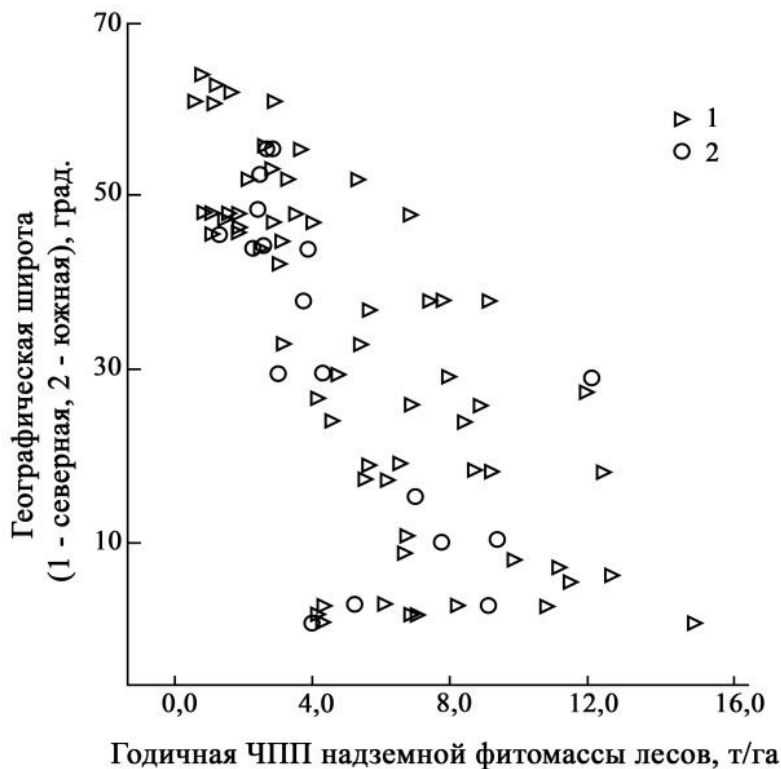
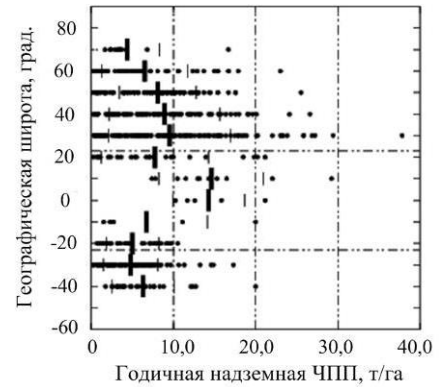


Рис. 14. Распределение годичной ЧПП надземной фитомассы лесов (т/га) от тропиков к полюсам (Anderson et al., 2006).

Ранее при исследовании географии ЧПП сосновых и еловых насаждений (Усольцев, 2007), а также кедровых (Усольцев, 2013) и лиственных (Усольцев и др., 2014) насаждений Северной Евразии использовались данные только тех

пробных площадей, на которых определены и фитомасса, и ЧПП. А поскольку таких данных обычно в несколько раз меньше, чем данных одной только фитомассы, представляется более правомерным для получения надежных результатов использовать оба упомянутых массива данных: исследовать географию стволового запаса и фракций фитомассы насаждений по данным большего массива пробных площадей с измерениями на них только фитомассы, а географию ЧПП фракций в зависимости от фитомассы - по данным меньшего массива пробных площадей с последующим совмещением тех и других результатов по рекурсивному принципу (Clutter, 1963; Borders, Bailey, 1986).

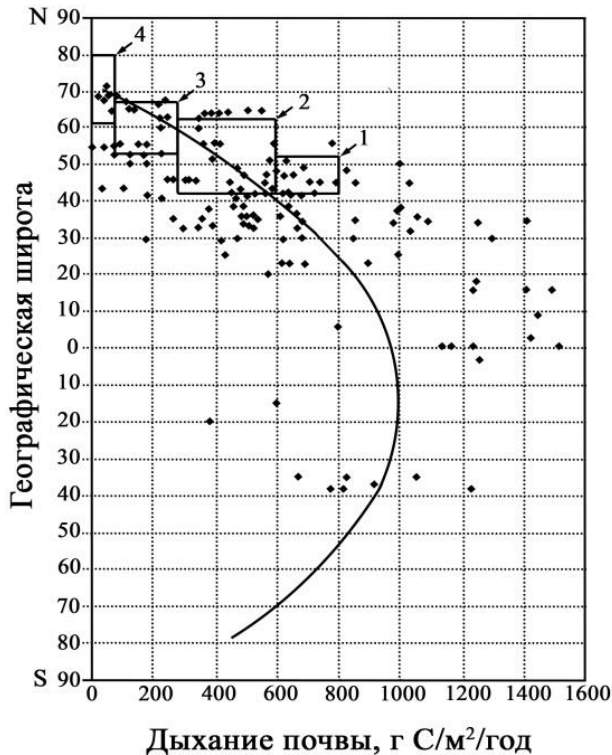


Рис. 15. Географическое распределение дыхания почв мира: 1 – чернозёмы; 2 – степные почвы; 3 – почвы тайги; 4 – мерзлотные почвы (Наумов, 2009).

## 2. Методы и результаты моделирования трансконтинентальных климатически обусловленных градиентов ЧПП

Как уже упоминалось, фактических данных о ЧПП и фитомассе насаждений лесообразующих древесных пород Евразии в несколько раз меньше, чем об одной только фитомассе. Для анализа географии ЧПП лесообразующих пород Евразии нами использована сформированная база данных в количестве 2632 определений ЧПП и фитомассы (Usoltsev, 2013), в том числе: для двухвойных сосен (подрод *Pinus*) 920 определений на пробных площадях, в том числе 690 (75%) в естественных насаждениях и 230 (25%) в культурах; для елово-пихтовых насаждений (*Picea* Dietr. и *Abies* Mill.) 480, для лиственниц (*Larix* Mill.) 116, для березняков (*Betula* L.) 230, для осинников и тополельников (*Populus* L.) 166 и для дубовых насаждений (*Quercus* L.) 280 определений. Кедровые сосны (5-хвойный подрод *Haploxyton*, куда вошли *Pinus sibirica* Du Tour, *P. koraiensis* S. et Z. и *P. pumila* (Pall.) Regel) в данном разделе анализируются отдельно и по другой методике по причине недостаточного количества фактических данных ЧПП и фитомассы - всего 50 определений.

Распределение пробных площадей с определениями ЧПП и фитомассы лесообразующих пород на карте-схеме Евразии показано на **рис. 16**, а по древесным видам и странам - в **табл. 1**. С целью выявления географических закономерностей в изменении ЧПП лесообразующих пород на территории Евразии каждая пробная площадь, на которой было выполнено определение их ЧПП и фитомассы, позиционирована по зональным поясам

(от 1-го до 5-го) на карте-схеме Евразии (рис. 17) и соотнесена с индексом континентальности на карте-схеме изоконт С.П. Хромова (рис. 18).

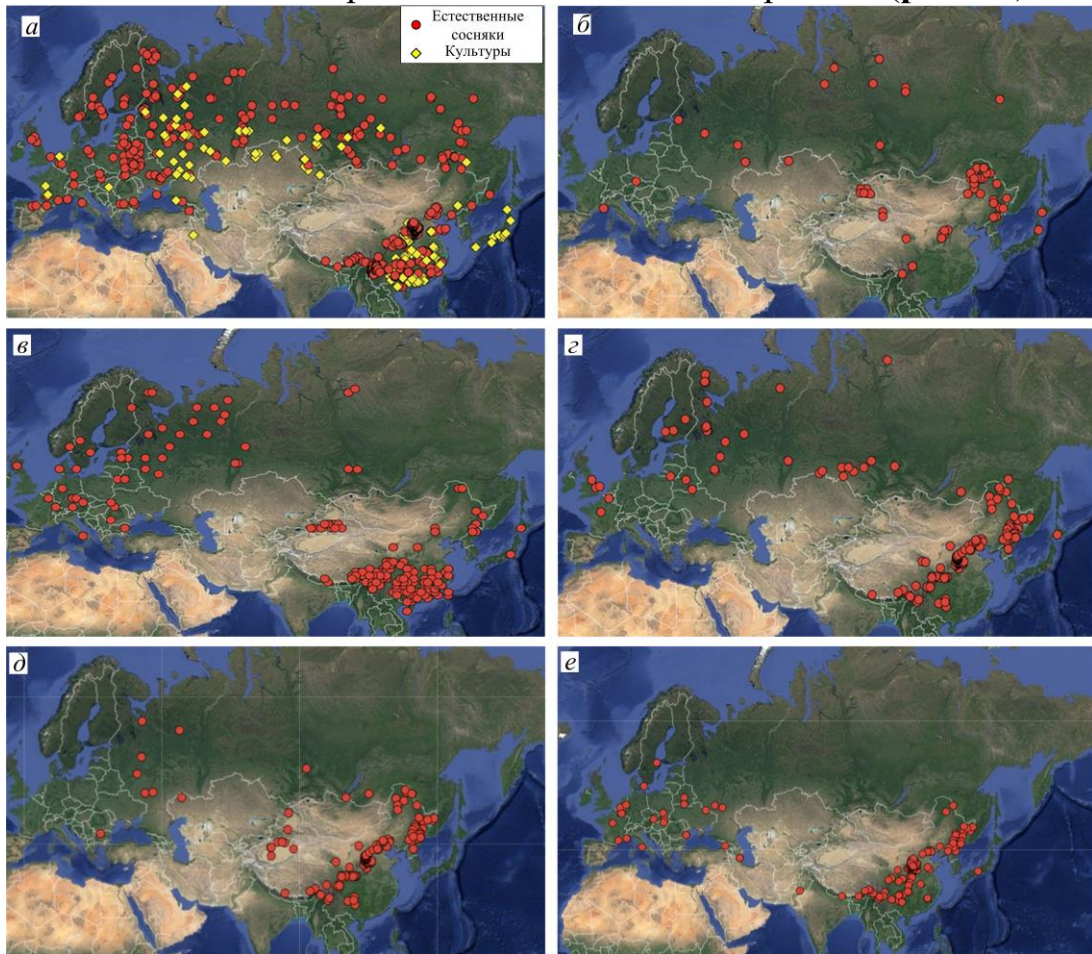


Рис. 16. Распределение экспериментальных данных о ЧПП и фитомассе лесобразующих пород на территории Евразии: *а* – сосняки, подрод *Pinus*; *б* – лиственничники, *в* – елово-пихтовые насаждения, *г* – березняки, *д* – осинники и тополёвники и *е* – дубовые насаждения.

Таблица 1

Распределение количества пробных площадей с определениями ЧПП и фитомассы лесобразующих пород по видам и странам

Вид	Систематическое название	Страна	Количество пробных площадей
Подрод <i>Pinus</i>			
Сосна обыкновенная	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Россия, Казахстан, Белоруссия, Украина, Финляндия, Швеция, Англия, Чехия, Болгария, Франция, Китай, Германия, Бельгия, Испания, Литва, Норвегия	561
С. китайская	<i>P. tabulaeformis</i> Carr.	Китай	162
С. Массона	<i>P. massoniana</i> Lamb.	Китай	65
С. тайванская	<i>P. taiwanensis</i> Hayata	Китай	55

## Продолжение таблицы 1

С. юннаньская	<i>P. yunnanensis</i> Franchet	Китай	46
С. австрийская	<i>P. nigra</i> Arn.	Англия, Германия, Нидерланды	7
С. густо-цветная	<i>P. densiflora</i> S. et Z.	Япония	15
С. Тунберга	<i>P. thunbergii</i> Parl.	Япония	6
С. веймутова	<i>P. strobus</i> L.	Япония	2
С. итальянская	<i>P. pinea</i> L.	Франция	1
Итого			920

Род *Larix* Mill.

Лиственница Гмелина	<i>L. Gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.	Китай	56
Л. сибирская	<i>L. sibirica</i> Ldb.	Россия, Китай	26
Л. Принца Рупрехта	<i>L. Principis-ruprechtii</i> Mayr	Китай	12
Л. Чекановского	<i>L. Czekanovskii</i> Turcz.	Россия	10
Л. европейская	<i>L. decidua</i> Mill.	Россия, Франция, Чехия	5
Л. Сукачёва	<i>L. sukaczewii</i> N. Dyl.	Россия	3
Л. японская	<i>L. leptolepis</i> Gord.	Япония	3
Л. Каяндера	<i>L. cajanderi</i> Mayr.	Россия	1
Итого			116

*Picea* Dietr. (ель) и *Abies* Mill. (пихта)

Ель европейская	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	Белоруссия, Бельгия, Болгария, Германия, Дания, Италия, Литва, Норвегия, Россия, Украина, Франция, Чехия, Швеция, Эстония, Япония	121
Е. аянская	<i>P. jezoensis</i> (S.&Z.) Carrière	Китай	155
Е. сибирская	<i>P. obovata</i> L.	Россия	75
Е. Шренка	<i>P. schrenkiana</i> F. & C.A.Mey.	Китай	17
Е. ситхинская	<i>P. sitchensis</i> (Bong.) Carrière	Великобритания, Ирландия	8
Е. пурпурная	<i>P. purpurea</i> Masters	Китай	4
Пихта китайская колючая	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Китай	97
П. европейская	<i>A. alba</i> Mill.	Румыния, Украина	3
Итого			480

Род *Betula* L.

Берёза белая	<i>Betula pendula</i> Roth. <i>B. pubescens</i> Ehrh.	Россия, Казахстан, Великобритания, Белоруссия, Финляндия, Швеция, Литва, Бельгия, Норвегия, Франция, Дания (Гренландия)	116
--------------	---	---	-----



Продолжение таблицы 1

Б. полезная	<i>B. utilis</i> D.Don	Китай	100
Б. извилистая	<i>B. tortuosa</i> Ldb.	Россия	3
Б. плосколистная	<i>B. platyphylla</i> Suk.	Китай, Россия	5
Б. Максимовича	<i>B. maximowiczii</i> <i>maximowicziana</i> Rgl.	Япония	3
Б. Кузмищева	<i>B. kusmisscheffii</i> (Rgl) Suk.	Россия	2
Б. карликовая	<i>B. nana</i> L.	Россия	1
Итого			230

Род *Populus* L.

Осина	<i>Populus tremula</i> L.	Россия	20
Осина Давида	<i>P. davidiana</i> Dode	Китай	127
Тополь белый	<i>P. alba</i> Ledeb	Казахстан	9
Туранга евфратская	<i>P. euphratica</i> Olivier	Китай	9
Тополь Бахелье	<i>Populus × bachelieri</i> Solemacher	Болгария	1
Итого			166

Род *Quercus* L.

Дуб черешчатый	<i>Quercus robur</i> L.	Россия, Белоруссия, Бельгия, Швеция, Чехия, Франция, Польша	61
Д. острейший	<i>Q. acutissima</i> Carruth.	Китай	187
Д. скальный	<i>Q. petraea</i> Liebl.	Венгрия, Бельгия, Нидерланды	5
Д. пильчатый	<i>Q. serrata</i> Murray	Китай	9
Д. каменный	<i>Q. ilex</i> L.	Италия, Франция	2
Д. имеретинский	<i>Q. imeretina</i> Stev.	Грузия	6
Д. пушистый	<i>Q. pubescens</i> Willd.	Франция, Румыния	2
Д. седой	<i>Q. leucotrichophora</i> A.Camus	Пакистан	2
Д. каштанолистный	<i>Q. castaneifolia</i> C. A. Meu.	Азербайджан	3
Д. курчавый	<i>Q. crispula</i> Blume	Япония	1
Д. пушистый	<i>Q. lanuginosa</i> Thuill.	Пакистан	1
Д. ножкоцветный	<i>Q. pedunculiflora</i> C.Koch.	Румыния	1
Итого			280

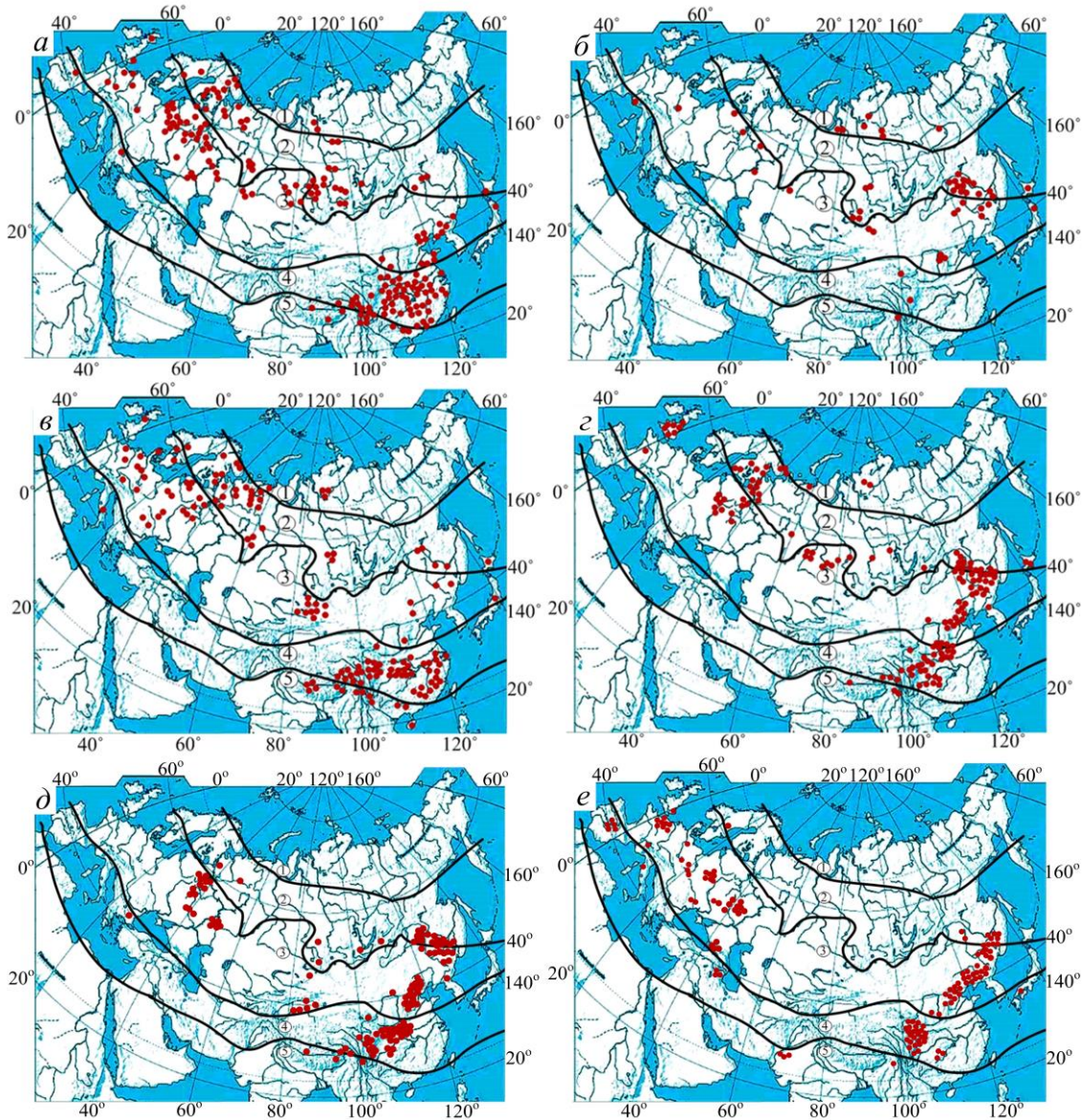


Рис. 17. Распределение пробных площадей, на которых определены ЧПП и фитомасса лесобразующих пород на территории Евразии, по зональным поясам: 1 – субарктический, 2 – северный умеренный, 3 – южный умеренный, 4 – субтропический, 5 – субэкваториальный (Алисов, Полтараус, 1974; Базилевич, Родин, 1967). Обозначения древесных пород: *a* – сосняки, подрод *Pinus*; *б* – лиственничники, *в* – елово-пихтовые насаждения, *г* – березняки, *д* – осинники и тополёвники и *е* – дубовые насаждения.

Исходные положения моделирования и полученные в результате регрессионного анализа соотношения должны иметь эколого-географическое истолкование. ЧПП, как одна из характеристик биологической продуктивности лесов определяется климатическими факторами, но лишь в первом приближении, поскольку есть еще онтогенетический, ценогический, эдафический и другие уровни ее изменчивости. Поэтому в регрессионные уравнения в качестве «объясняющих изменчивость» независимых переменных мы включаем, наряду с климатическими параметрами, возраст, густоту и запас древостоя. Последний является интегральным показателем,



учитывающим ценоотические и эдафические особенности лесных экосистем в том или ином экорегионе.

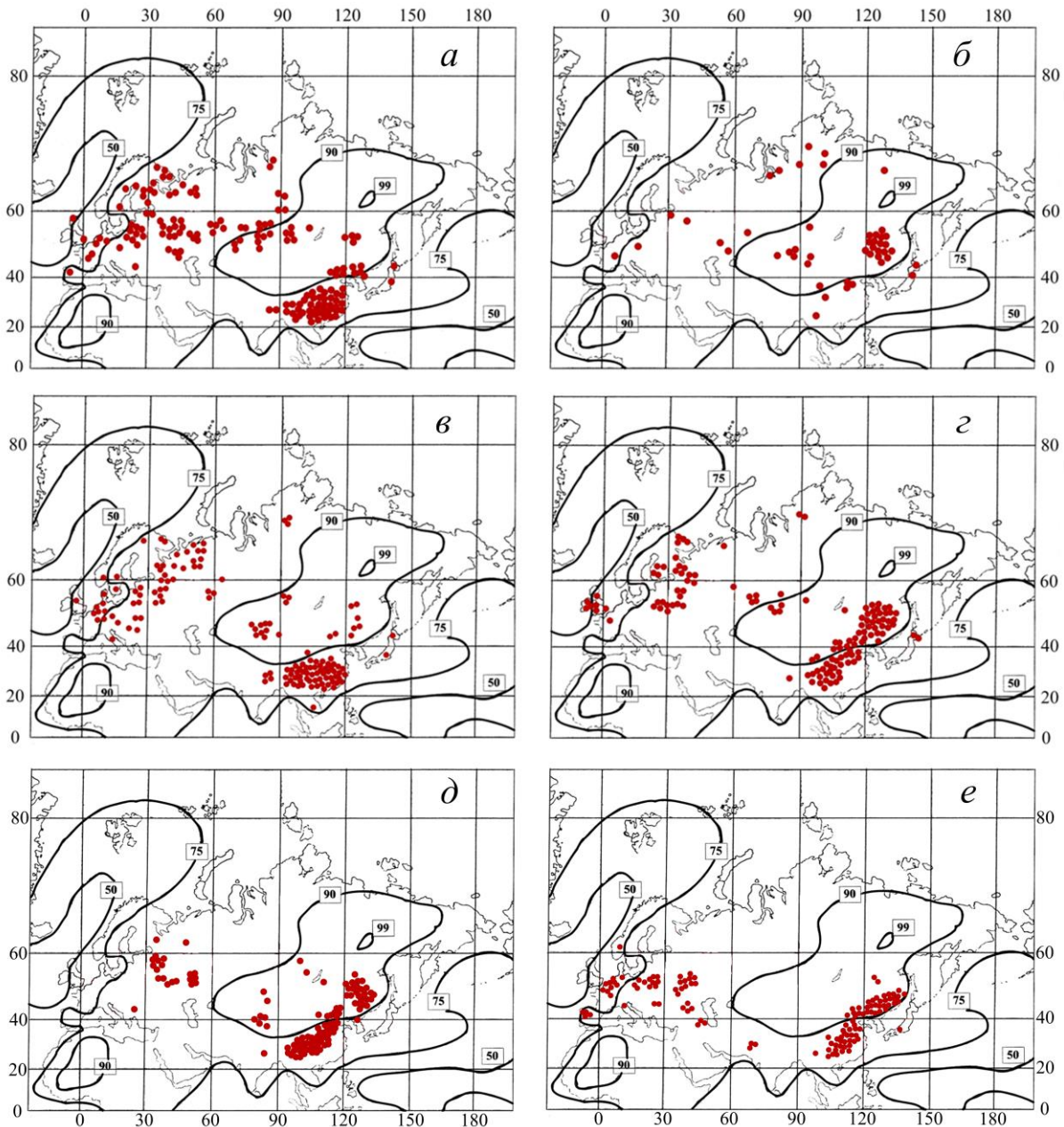


Рис. 18. Карта-схема изолиний континентальности климата Евразии по С.П. Хромову (1957) с нанесенным положением пробных площадей, на которых выполнено определение фитомассы и ЧПП лесобразующих пород. Обозначения древесных пород см. рис. 17.

По аналогии с ранее представленным расчетным алгоритмом (Усольцев и др., 2018), после позиционирования пробных площадей с определениями ЧПП и фитомассы лесобразующих пород по зональным поясам и индексам континентальности рассчитаны многофакторные регрессионные уравнения:

$$\ln Z_i = f(A, N, P_i, Z_{on}, ICKh), \quad (7)$$

где  $Z_i$  – ЧПП  $i$ -й фракции ( $Z_S, Z_B, Z_F, Z_R, Z_A, Z_T$  и  $Z_U$ , соответственно: ствол, ветвей (скелета кроны), хвои, корней, надземной, общей и нижнего яруса) сосновых насаждений, т/га в год.

Основное уравнение (7) не может быть использовано непосредственно, поскольку мы можем задать в нём только возраст  $A$ , а соответствующие этому возрасту таксационные показатели древостоев  $N$  и  $M$  неизвестны и определяются по системе вспомогательных уравнений, рассчитанных ранее по исходному массиву данных о фитомассе, более репрезентативному по сравнению с массивом данных о ЧПП и фитомассе (Усольцев и др., 2018).

Итоговая система уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} N = f(A, Z_{on}, ICKh) \rightarrow M = f(A, N, Z_{on}, ICKh) \rightarrow P_i = f(A, N, M, Z_{on}, ICKh) \rightarrow \\ \rightarrow \ln Z_i = f(A, N, P_i, Z_{on}, ICKh), \end{aligned} \quad (8)$$

Расчет регрессионных коэффициентов «цепочки» уравнений (8) выполнен в следующей последовательности: вначале рассчитывается уравнение для  $N$  в системе (8) с использованием независимых переменных  $A, Z_{on}$  и  $ICKh$ ; затем – уравнения для  $M$  с использованием независимых переменных  $A, Z_{on}$  и  $ICKh$ , а также – переменной  $N$ , статус которой сменился, и ранее зависимая переменная на данном этапе стала независимой (по рекурсивному принципу), далее рассчитаны уравнения для фракций фитомассы  $P_i$  той же системы (см. также уравнение (2.4) в: Усольцев и др., 2018) с использованием тех же независимых переменных  $A, N, Z_{on}$  и  $ICKh$ , а также – переменной  $M$ , статус которой сменился и она стала независимой. Эти операции были осуществлены ранее (Усольцев и др., 2018), и результаты табулирования полученной системы уравнений для  $P_i$  сведены в **приложения 1-7**.

Далее посредством регрессионного анализа получена характеристика уравнений (7) для  $\ln Z_i$ , приведенная в **табл. 2**. Запас насаждений  $M$  в качестве независимой переменной в уравнении (7) оказался статистически не значимым. Для некоторых древесных пород статистически не значима также густота древостоя  $N$ .

Табулирование уравнений (7) (см. **табл. 2**) выполнено путём подстановки значений независимых переменных, полученных по результатам табулирования уравнений для фитомассы, или первых трёх звеньев системы уравнений (8), сведённых в **приложения 1-7** (левая часть). В результате получены возрастные тренды ЧПП для каждого зонального пояса и в пределах его – для индексов континентальности климата территории в пределах от 50 до 100 %, приведённые в правой части **приложений 1-7**.

Таблица 2

Характеристика уравнений (7) для насаждений лесобразующих пород Евразии

Независимые переменные и показатели адекватности	Зависимые переменные уравнений и значения регрессионных коэффициентов						
	$\ln(Z_S)$	$\ln(Z_B)$	$\ln(Z_F)$	$\ln(Z_R)$	$\ln(Z_A)$	$\ln(Z_T)$	$\ln(Z_U)$
Подрод <i>Pinus</i>							
$a_0$	4,5400	7,8504	4,2874	-0,2310	4,5747	-0,4072	-12,1298
$a_1(\ln A)$	-0,9516	-0,7609	-0,2005	-1,0229	-0,7280	-0,6681	-0,1605
$a_2(\ln N)$	-	0,1070	-0,0623	0,0632	0,0254	0,1022	-0,0671
$a_3(\ln P_S)$	0,7770	-	-	-	-	-	-
$a_4(\ln P_B)$	-	0,9659	-	-	-	-	-
$a_5(\ln P_F)$	-	-	0,9364	-	-	-	-
$a_6(\ln P_R)$	-	-	-	1,0591	-	-	-
$a_7(\ln P_A)$	-	-	-	-	0,7564	-	-
$a_8(\ln P_T)$	-	-	-	-	-	0,8453	-
$a_9(\ln P_U)$	-	-	-	-	-	-	0,8905
$a_{10}(\ln Zon)$	0,8863	1,3824	0,4893	1,9949	0,4925	1,3073	-0,6566
$a_{11}(\ln Zon)^2$	-0,2197	-0,9099	-	-0,9282	-	-	0,5901
$a_{12}(\ln ICC_h)$	-0,8841	-1,7834	-1,1184	-	-0,8962	-0,3757	2,6349
$R^2$	0,748	0,735	0,774	0,737	0,805	0,822	0,778
$SE$	0,38	0,43	0,31	0,48	0,28	0,29	0,47
Род <i>Larix</i> Mill.							
Независимые переменные и показатели адекватности	Зависимые переменные уравнений и значения регрессионных коэффициентов						
	$\ln(Z_S)$	$\ln(Z_B)$	$\ln(Z_F)$	$\ln(Z_R)$	$\ln(Z_A)$	$\ln(Z_T)$	$\ln(Z_U)$
$a_0$	2,8322	8,4230	0,3430	7,2669	0,3498	1,0205	-1,9724
$a_1(\ln A)$	-0,7511	-0,8319	-0,0345	3,4610	-0,5310	-0,4769	0,3428
$a_2(\ln A)^2$	-	-	-	-0,4789	-	-	-
$a_3(\ln N)$	-0,1602	-0,1229	-	0,1940	-	-	-
$a_4(\ln P_S)$	0,4731	-	-	-	-	-	-
$a_5(\ln P_B)$	-	0,8542	-	-	-	-	-
$a_6(\ln P_F)$	-	-	0,9396	-	-	-	-
$a_7(\ln P_R)$	-	-	-	0,3233	-	-	-
$a_8(\ln P_A)$	-	-	-	-	0,8202	-	-
$a_9(\ln P_T)$	-	-	-	-	-	0,7438	-
$a_{10}(\ln P_U)$	-	-	-	-	-	-	0,2360
$a_{11}(\ln Zon)$	1,8144	0,8083	0,1020	-0,4746	0,4532	0,4425	0,3515
$a_{12}(\ln Zon)^2$	-1,1288	-0,7370	-0,0537	-	-0,2892	-0,2729	-
$a_{13}(\ln ICC)$	-0,3845	-1,8436	-0,0499	-3,1973	-0,0432	-0,1671	0,0298
$R^2$	0,692	0,825	0,966	0,707	0,842	0,793	0,578
$SE$	0,45	0,48	0,14	0,40	0,33	0,28	0,34
<i>Picea</i> Dietr. (ель) и <i>Abies</i> Mill. (пихта)							
Независимые переменные и показатели адекватности	Зависимые переменные уравнений и значения регрессионных коэффициентов						
	$\ln(Z_S)$	$\ln(Z_B)$	$\ln(Z_F)$	$\ln(Z_R)$	$\ln(Z_A)$	$\ln(Z_T)$	$\ln(Z_U)$

сти							
$a_0$	7,1575	21,8884	-5,9815	9,2327	-1,9693	-0,2495	2,6740
$a_1(\ln A)$	-0,9523	-0,7691	-0,3326	-0,7521	-0,7822	-0,7910	-0,1139
$a_2(\ln P_S)$	0,9460	-	-	-	-	-	-
$a_3(\ln P_B)$	-	0,9146	-	-	-	-	-
$a_4(\ln P_F)$	-	-	0,8047	-	-	-	-
$a_5(\ln P_R)$	-	-	-	0,8027	-	-	-
$a_6(\ln P_A)$	-	-	-	-	0,8801	-	-
$a_7(\ln P_T)$	-	-	-	-	-	0,8826	-
$a_8(\ln P_U)$	-	-	-	-	-	-	0,8118
$a_9(\ln Zon)$	0,6653	0,9967	0,2945	-0,9359	0,3522	-0,1654	0,9217
$a_{10}(\ln Zon)^2$	-0,2368	-0,5632	-	0,2753	-0,2066	-	-0,1412
$a_{11}(\ln ICKh)$	1,6876	-4,9532	1,3827	-1,8181	0,6215	0,3020	-0,8983
$R^2$	0,913	0,807	0,826	0,803	0,906	0,895	0,797
$SE$	0,32	0,38	0,27	0,31	0,21	0,23	0,36
Род <i>Betula</i> L.							
Независимые переменные и показатели адекватности	Зависимые переменные уравнений и значения регрессионных коэффициентов						
	$\ln(Z_S)$	$\ln(Z_B)$	$\ln(Z_F)$	$\ln(Z_R)$	$\ln(Z_A)$	$\ln(Z_T)$	$\ln(Z_U)$
$a_0$	0,1373	9,6558	0,0389	-3,6061	0,3166	-0,2945	-4,8403
$a_1(\ln A)$	-0,8322	-0,8461	-0,0437	-0,7636	-0,5656	-0,5114	-2,2911
$a_2(\ln A)^2$	-	-	-	-	-	-	0,2918
$a_3(\ln P_S)$	0,9039	-	-	-	-	-	-
$a_4(\ln P_B)$	-	0,9197	-	-	-	-	-
$a_5(\ln P_F)$	-	-	0,9545	-	-	-	-
$a_6(\ln P_R)$	-	-	-	0,9528	-	-	-
$a_7(\ln P_A)$	-	-	-	-	0,8169	-	-
$a_8(\ln P_T)$	-	-	-	-	-	0,9578	-
$a_9(\ln P_U)$	-	-	-	-	-	-	0,8860
$a_{10}(\ln Zon)$	0,4058	1,8186	0,1089	0,2231	0,2632	-	1,4053
$a_{11}(\ln Zon)^2$	-	-1,0139	-	-	-	-	-0,4818
$a_{12}(\ln ICKh)$	-	-2,1876	-	0,7810	-	-	1,6875
$R^2$	0,933	0,835	0,940	0,932	0,874	0,903	0,891
$SE$	0,20	0,30	0,17	0,15	0,23	0,15	0,29
Род <i>Populus</i> L.							
Независимые переменные и показатели адекватности	Зависимые переменные уравнений и значения регрессионных коэффициентов						
	$\ln(Z_S)$	$\ln(Z_B)$	$\ln(Z_F)$	$\ln(Z_R)$	$\ln(Z_A)$	$\ln(Z_T)$	$\ln(Z_U)$
$a_0$	-5,0120	9,9411	-2,0668	0,6780	-5,0624	-3,9527	-0,9601
$a_1(\ln A)$	-0,8398	-0,8882	-0,0334	-0,8539	-0,5458	-0,4958	0,0926
$a_2(\ln P_S)$	1,0285	-	-	-	-	-	-
$a_3(\ln P_B)$	-	1,0413	-	-	-	-	-
$a_4(\ln P_F)$	-	-	0,9833	-	-	-	-
$a_5(\ln P_R)$	-	-	-	0,9936	-	-	-
$a_6(\ln P_A)$	-	-	-	-	0,9826	-	-
$a_7(\ln P_T)$	-	-	-	-	-	1,0627	-
$a_8(\ln P_U)$	-	-	-	-	-	-	0,8240
$a_9(\ln Zon)$	0,5048	0,9565	0,2757	-0,5199	-0,4759	0,1462	-0,2112



$a_{10}(\ln Zon)^2$	-0,1007	-0,5738	-0,1291	0,2107	0,2892	-0,0400	0,0998
$a_{11}(\ln ICKh)$	1,0512	-2,2020	0,4588	-	1,1300	0,6708	-
$R^2$	0,938	0,814	0,988	0,980	0,936	0,934	0,954
$SE$	0,19	0,27	0,084	0,049	0,17	0,12	0,11
Род <i>Quercus</i> L.							
Независимые переменные и показатели адекватности	Зависимые переменные уравнений и значения регрессионных коэффициентов						
	$\ln(Z_S)$	$\ln(Z_B)$	$\ln(Z_F)$	$\ln(Z_R)$	$\ln(Z_A)$	$\ln(Z_T)$	$\ln(Z_U)$
$a_0$	-0,9576	7,7828	-1,1631	0,9207	-4,5904	-5,3390	-12,8816
$a_1(\ln A)$	-1,8305	-0,8997	-0,0533	-0,8823	1,1708	1,3821	-0,0363
$a_2(\ln A)^2$	0,1211	-	-	-	-0,1852	-0,2231	-
$a_3(\ln P_S)$	0,9279	-	-	-	-	-	-
$a_4(\ln P_B)$	-	1,0796	-	-	-	-	-
$a_5(\ln P_F)$	-	-	1,0620	-	-	-	-
$a_6(\ln P_R)$	-	-	-	1,0427	-	-	-
$a_7(\ln P_A)$	-	-	-	-	0,5614	-	-
$a_8(\ln P_T)$	-	-	-	-	-	0,6820	-
$a_9(\ln P_U)$	-	-	-	-	-	-	0,7707
$a_{10}(\ln Zon)$	-1,0834	0,7106	1,2460	-1,1491	1,0945	1,5734	2,5905
$a_{11}(\ln Zon)^2$	0,5898	-0,4719	-0,7403	0,5252	-0,3949	-0,6510	-1,2610
$a_{12}(\ln ICKh)$	0,8648	-1,7196	0,1698	-0,0187	0,4071	0,3528	2,4659
$R^2$	0,943	0,741	0,834	0,939	0,608	0,677	0,847
$SE$	0,13	0,32	0,20	0,14	0,21	0,18	0,18

### 3. Обсуждение результатов

По аналогии с расчётом показателей фитомассы (Усольцев и др., 2018), из **приложений 1-7** (правая часть), в которых представлены результаты табулирования системы уравнений (8), взяты значения ЧПП фракций фитомассы в возрасте 50 лет для мелколиственных древесных *Betula* L. и *Populus* L. и 100 лет – для остальных, и построены графики их зависимости от порядкового номера зонального пояса при индексе континентальности климата, равном 75-80 % (рис. 19-24).

#### 3.1. Изменение ЧПП древостоев по трансконтинентальному зональному градиенту

Анализ рис. 19-24 позволяет сделать вывод, что в направлении от северной к южной оконечности евразийского материка надземная и общая ЧПП сосняков монотонно возрастает, в елово-пихтовых насаждениях она также возрастает, но с выходом на плато в 4-м и 5-м зональных поясах. В лиственничниках и березняках надземная и общая ЧПП в том же градиенте изменяется по колоколообразному тренду с максимумом в 3-м зональном поясе. Надземная ЧПП в насаждениях *Populus* и дубовых снижается в направлении от 2-го к 5-му зональному поясу, в 1-м зональном поясе для

насаждений *Populus* нет фактических данных ЧПП, а для дубовых насаждений их не может быть, поскольку ареал дуба на те широты не распространяется.

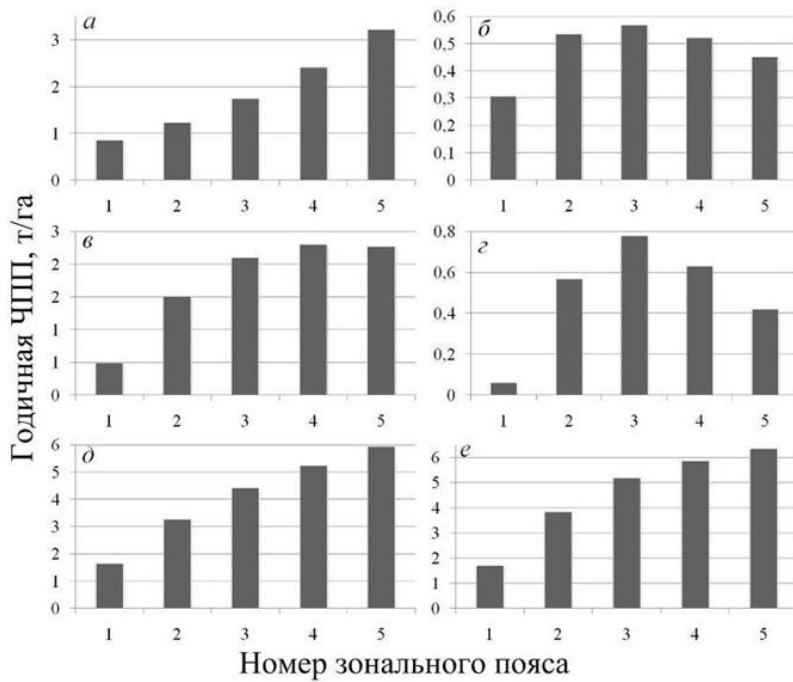


Рис. 19. Изменение расчетных показателей ЧПП двухвойных сосен, т/га: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по зональным поясам при индексе континентальности климата по С.П. Хромову, равном 80%.

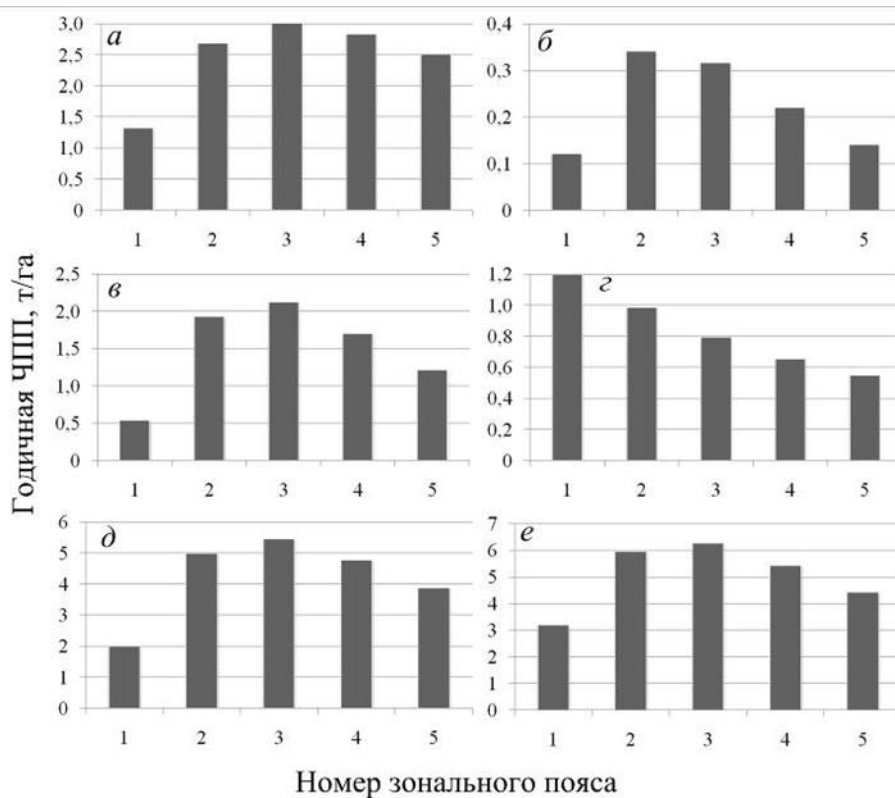


Рис. 20. Изменение расчетных показателей ЧПП лиственничников, т/га: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по зональным поясам при индексе континентальности климата по С.П. Хромову, равном 75%.

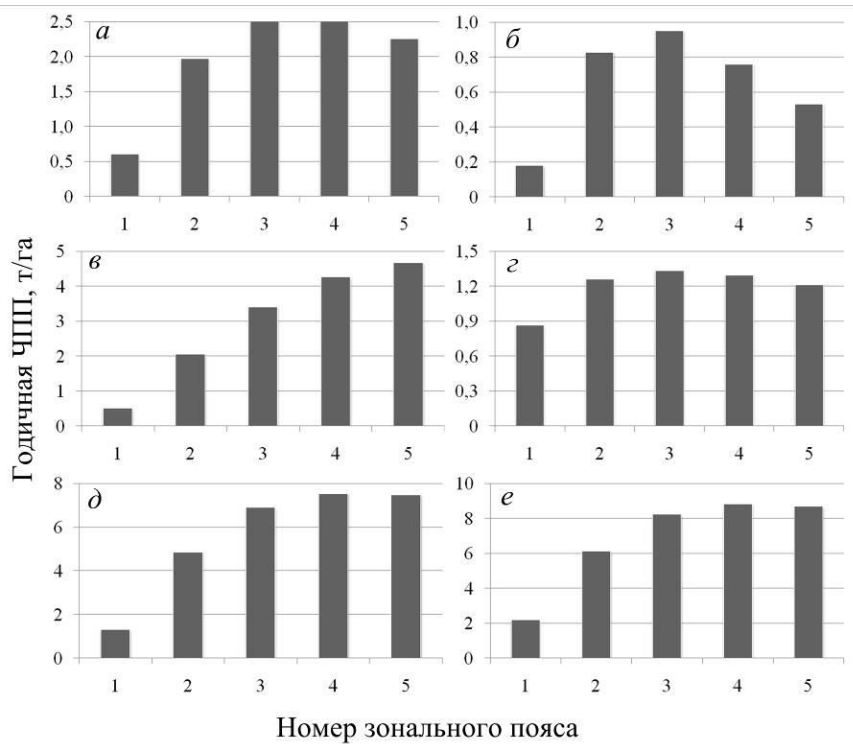


Рис. 21. Изменение расчетных показателей ЧПП елово-пихтарников: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по климатическим поясам при индексе континентальности климата по С.П. Хромову, равном 80%.

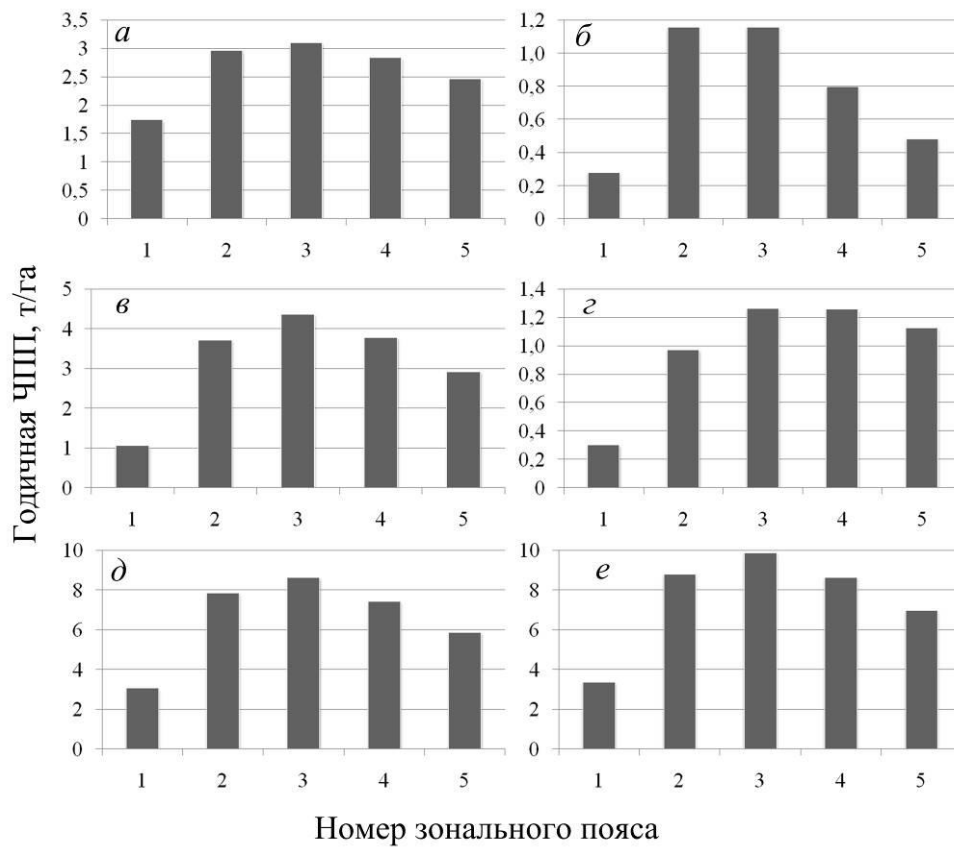


Рис. 22. Изменение расчетных показателей ЧПП березняков: листвы (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 50 лет по климатическим поясам при индексе континентальности климата по С.П. Хромову, равном 75%.

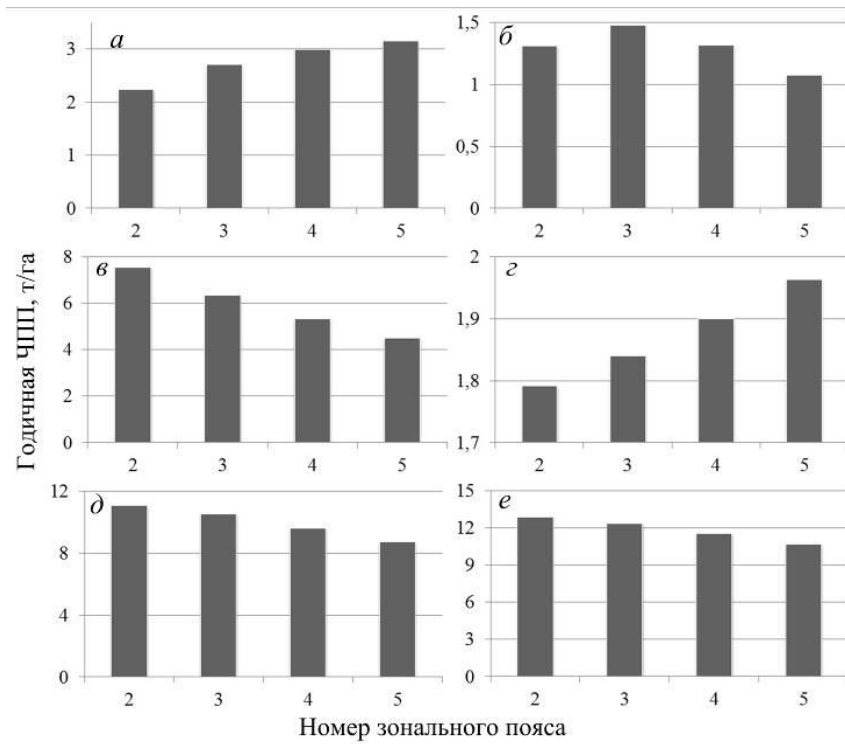


Рис. 23. Изменение расчетных показателей ЧПП древостоев *Populus*: листья (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 50 лет по климатическим поясам при индексе континентальности климата по С.П. Хромову, равном 75%.

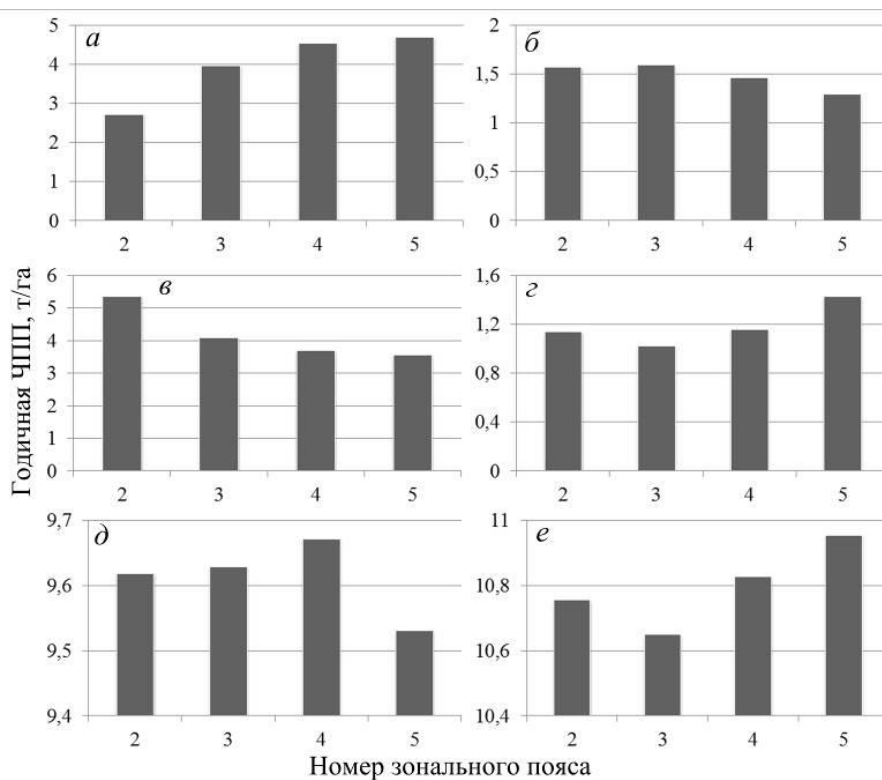


Рис. 24. Изменение расчетных показателей ЧПП дубовых древостоев: листья (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет по климатическим поясам при индексе континентальности климата по С.П. Хромову, равном 75%.

Отсутствие монотонного возрастания ЧПП насаждений большинства древесных пород по направлению к экватору, за исключением сосны, не соответствует закономерности синхронного увеличения ЧПП обезличенного лесного покрова в направлении от обоих полюсов к экваториальным областям (см. **рис. 13 и 14**). Возможная причина такого несоответствия - в специфике распределения древесных пород вдоль 100-го меридиана: в зональных поясах с 1-го по 3-й при индексе континентальности 75-80 на территории Сибири монотонное увеличение ЧПП происходит в связи с увеличением месячной суммы эффективных температур (СЭТ) выше  $+5^{\circ}\text{C}$  соответственно с  $20^{\circ}\text{C}$  до  $70^{\circ}\text{C}$  (Tuhkanen, 1984), а южнее, в 4-м и 5-м поясах насаждения полностью или частично произрастают на восточном склоне Тибета на высотах от 1700 до 3600 м над ур. м. и на восточном склоне Гималаев на высоте до 4200 м над ур. м. при том же индексе континентальности. Иными словами, в зональных поясах с 1-го по 3-й увеличение ЧПП насаждений, произрастающих на плакорах, происходит вследствие повышения СЭТ, а в зональных поясах с 4-го по 5-й снижение ЧПП происходит вследствие подъема насаждений вверх по высотным градиентам.

### 3.2. Изменение ЧПП древостоев по трансконтинентальному градиенту континентальности климата

Аналогичным образом по материалам **приложений 1-7** (правая часть) построены графические зависимости показателей ЧПП от индекса континентальности климата для 3-го зонального пояса (**рис. 25-30**).

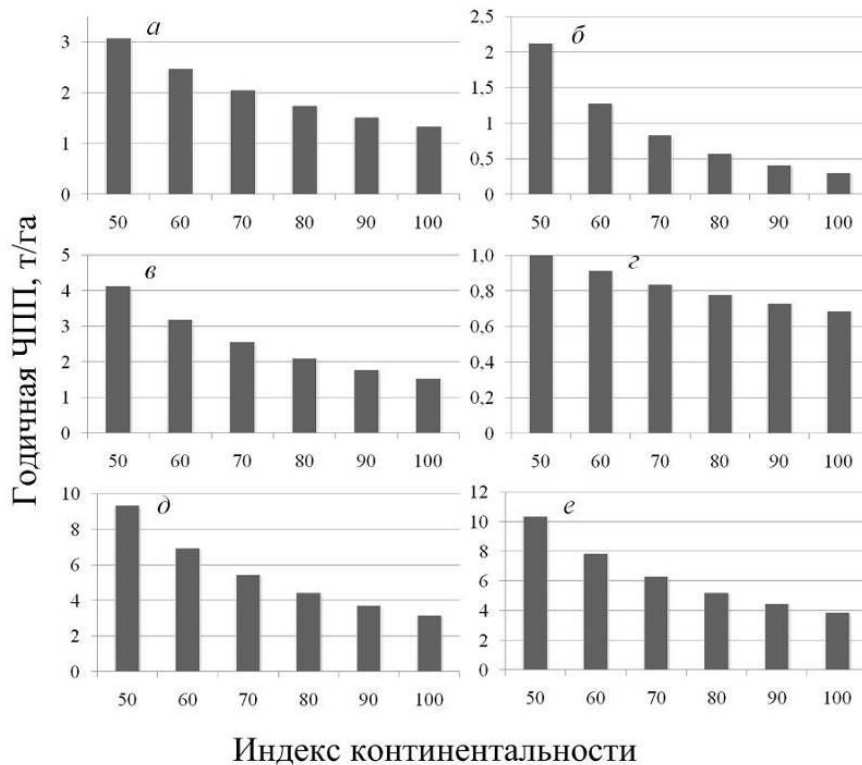


Рис. 25. Изменение расчетных показателей ЧПП двухвойных сосен, т/га: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет в связи с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе (номер 3 на **рис. 17**).

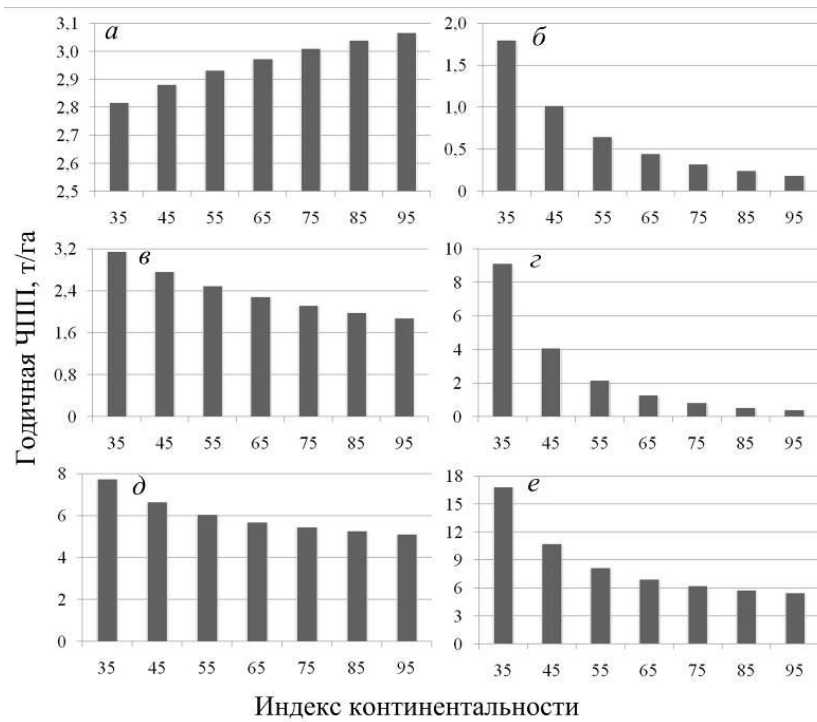


Рис. 26. Изменение расчетных показателей ЧПП лиственных насаждений, т/га: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет в связи с индексом континентальности, по Борисову-Ценкеру, в южном умеренном климатическом поясе.

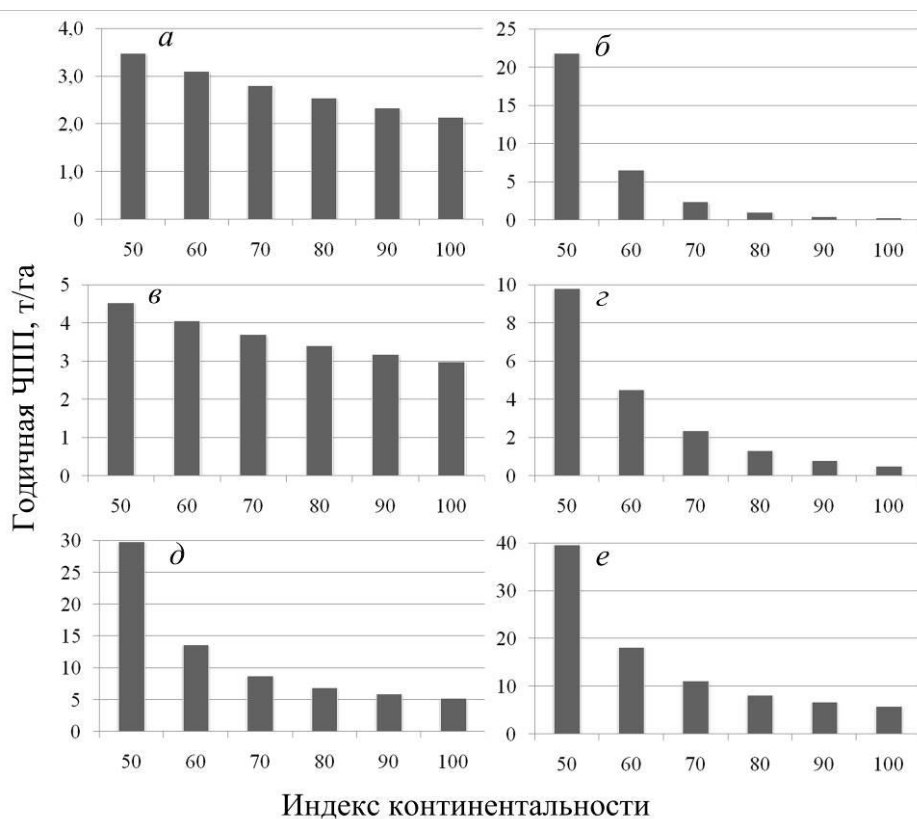


Рис. 27. Изменение расчетных показателей ЧПП елово-пихтарников, т/га: хвои (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет в связи с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе.

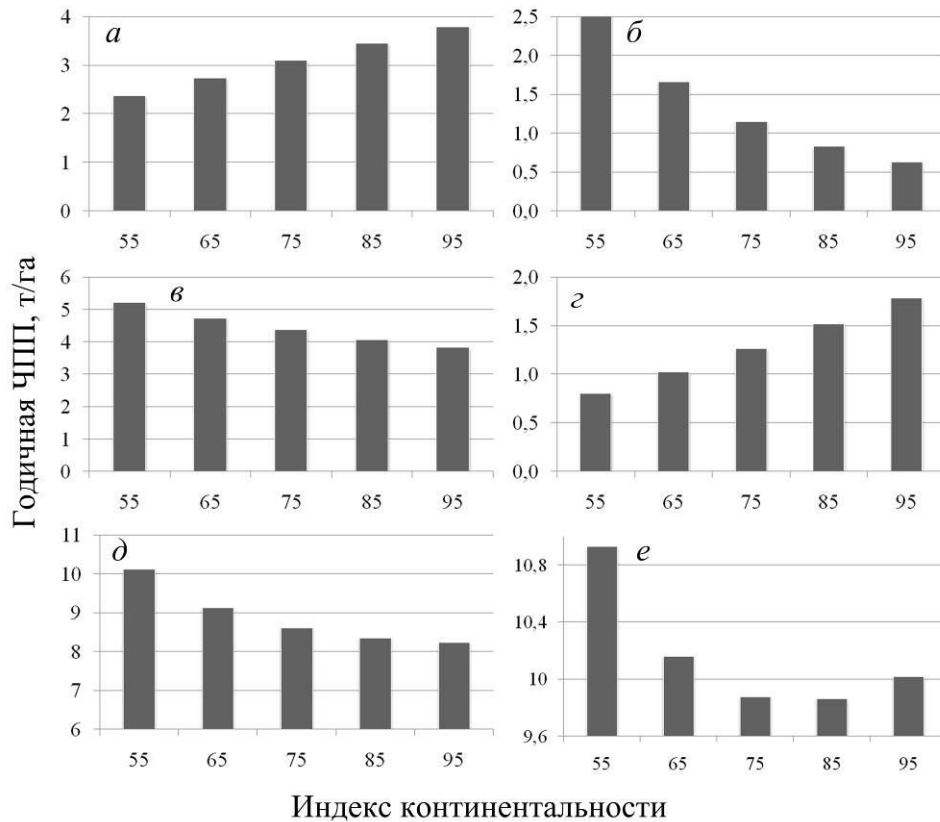


Рис. 28. Изменение расчетных показателей ЧПП березняков: листья (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 50 лет с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе.

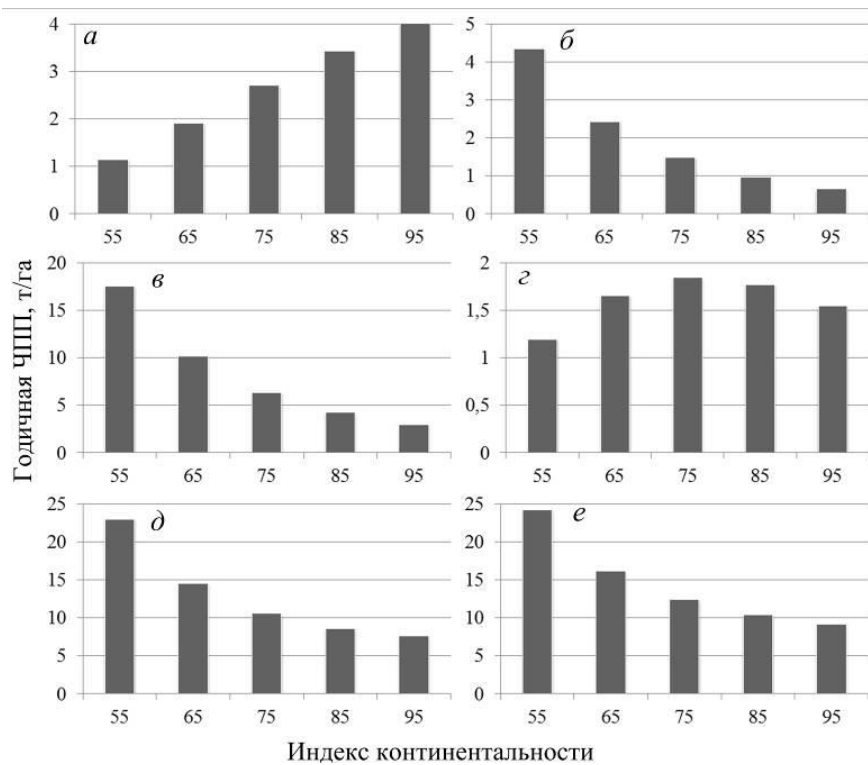


Рис. 29. Изменение расчетных показателей ЧПП древостоев *Populus*: листья (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 50 лет с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе.

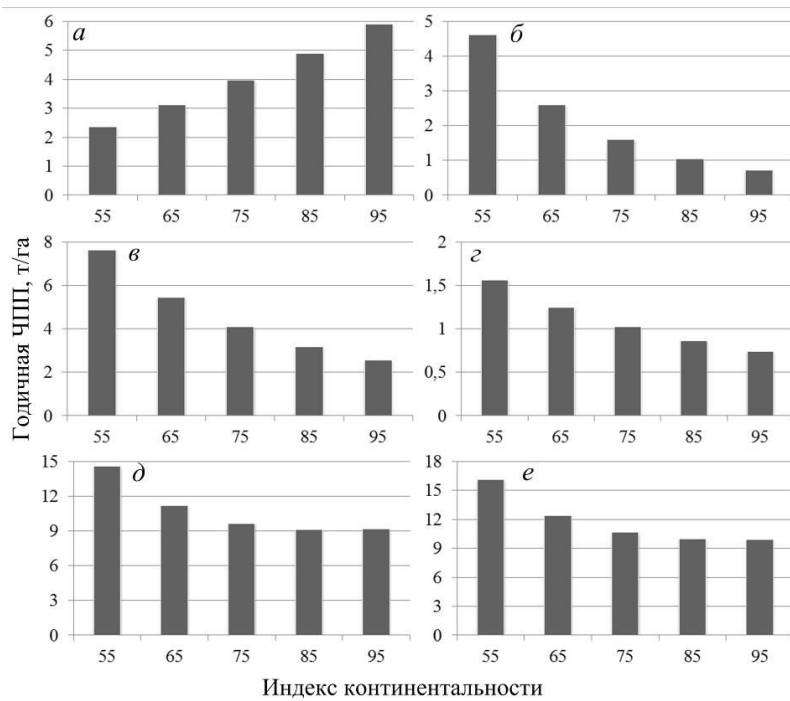


Рис. 30. Изменение расчетных показателей ЧПП дубовых древостоев: листья (а), ветвей (б), стволов (в), корней (г), надземной (д) и общей (е) в возрасте 100 лет с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе.

При анализе закономерностей, представленных на рис. 25-30, можно сделать вывод, что в направлении от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности евразийского материка надземная и общая ЧПП древесного яруса всех пород монотонно снижается. Аналогичная закономерность характерна для подземной ЧПП древостоев большинства пород за исключением березняков и осинников с тополёвниками: в березняках закономерность противоположная, а в древостоях *Populus* имеется максимум при индексе континентальности 75%. В названном направлении ЧПП хвой в сосняках и елово-пихтарниках снижается, а в древесном ярусе остальных пород возрастает.

### 3.3. Изменение ЧПП нижнего яруса по трансконтинентальным климатически обусловленным градиентам

Аналогичным образом построены графики трансконтинентальных трендов нижнего яруса лесообразующих пород Евразии (рис. 31). При сравнении характеристик адекватности уравнений для  $P_U$  (Усольцев и др., 2018) и  $Z_U$  (см. табл. 2) можно видеть, насколько различаются уровни аппроксимации искомых величин  $P_U$  и  $Z_U$  соответствующими уравнениями. Если в первом случае  $R^2$  составил соответственно 0,169; 0,607; 0,397; 0,327; 0,557 и 0,265 (в среднем 0,387), то во втором - 0,778; 0,578; 0,797; 0,891; 0,954 и 0,847 (в среднем 0,807).

В обоих уравнениях включены в качестве независимых переменных климатические характеристики, но кроме них в первом случае вошел возраст древостоя, а во втором – фитомасса нижнего яруса. Это означает, что фитомасса нижнего яруса слабо связана с морфометрией основного яруса, а ЧПП нижнего яруса с его фитомассой связана намного теснее, поскольку, как уже отмечалось, оба биопродукционных показателя определяются, в основном, одними и теми же экзо- и эндогенными факторами лесного фи-



тоценоза. Несмотря на низкое значение  $R^2$ , все константы уравнения для  $P_U$  значимы на уровне вероятности  $P_{95}$ .

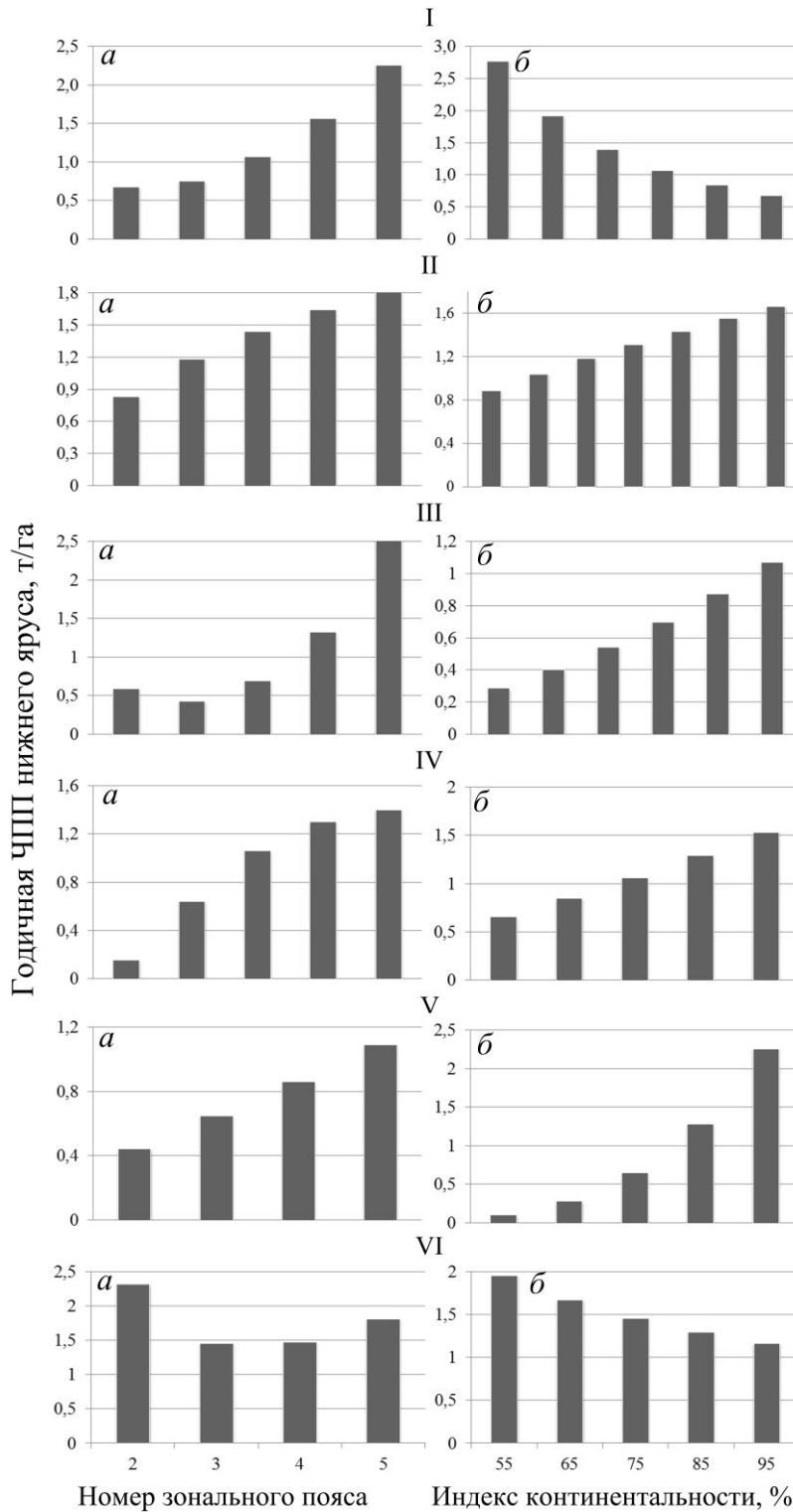


Рис. 31. Связь расчетных показателей ЧПП нижнего яруса в фитоценозах сосны (I), лиственницы (II), ели и пихты (III), берёзы (IV), осины и тополей (V) и дуба (VI) с их зональной принадлежностью при индексе континентальности климата, равном 80% (a) и с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе (б). Возраст берёзы и осины с тополями 50 и остальных древесных видов 100 лет.

Изменение расчетных показателей ЧПП нижнего яруса исследуемых насаждений по трансконтинентальным градиентам (**рис. 31**) аналогично изменению фитомассы их нижнего яруса (Усольцев и др., 2018), т.е. возрастает в направлении с севера на юг (от 1-го к 5-му зональным поясам), и снижается в направлении от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности в Якутии. Исключение составляет закономерность изменения ЧПП нижнего яруса берёзовых насаждений по градиенту континентальности.

#### *3.4. Изменение отношения подземной ЧПП к надземной по трансконтинентальным климатически обусловленным градиентам*

Отношение подземной ЧПП к надземной ( $Z_R/Z_A$ ), как и отношение подземной фитомассы к надземной (Усольцев и др., 2018), представляет важную характеристику устойчивости насаждений (*root: shoot ratio*) в разных экологических условиях. Исследованием величины  $Z_R/Z_A$  лесообразующих лесных пород европейских стран установлено варьирование в диапазоне от 0,15 до 0,33, тогда как у травянистых растений это соотношение изменяется в диапазоне от 0,15 до 5,50, и в среднем у травянистых видов оно существенно выше, чем у древесных (Bray, 1963).

В нашем исследовании сопоставление относительных трансконтинентальных трендов ЧПП, характеризующих отношение подземной ЧПП к надземной, показывает отсутствие закономерностей, общих для всех древесных пород (**рис. 32**).

Отношение подземной ЧПП к надземной ( $Z_R/Z_A$ ) в сосняках в направлении от 1-го зонального пояса к 5-му изменяется по колоколообразной кривой с максимумом во 2-м и 3-м поясах (**рис. 32 а**), а в направлении от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности монотонно возрастает (**рис. 32 б**), т.е. аналогично соотношениям фитомасс (Усольцев и др., 2018).

Отношение ЧПП подземной фитомассы к надземной ( $Z_R/Z_A$ ) в березняках и насаждениях *Populus* повышается как в направлении от субарктического к субэкваториальному поясу, так и в направлении полюса континентальности климата, т.е. изменяется прямо противоположно данному соотношению в лиственничниках и елово-пихтарниках.

#### *3.5. Изменение отношения ЧПП нижнего яруса к общей ЧПП древостоя по трансконтинентальным климатически обусловленным градиентам*

Отношение ЧПП нижнего яруса к общей (надземной и подземной) ЧПП древостоя, как и отношение фитомассы нижнего яруса к общей фитомассе древостоя, является важной характеристикой биопродукционного процесса в лесном фитоценозе и характеризует взаимоотношение двух ярусов, конкурирующих за жизненное пространство и взаимно дополняю-

щих один другого в лесном фитоценозе, - древостоя и нижнего яруса, соотношение между которыми изменяется в разных эколого-ценотических условиях. Игнорирование вклада нижнего яруса в углеродном цикле лесного фитоценоза существенно занижает его углерододепонирующую способность. Так, в 60-летнем насаждении сосны китайской (*Pinus tabulaeformis* Carr.) в провинции Шэньси вклад нижнего яруса в чистый углеродный сток составляет 37% от общего стока лесной экосистемы (Hou et al., 2015).

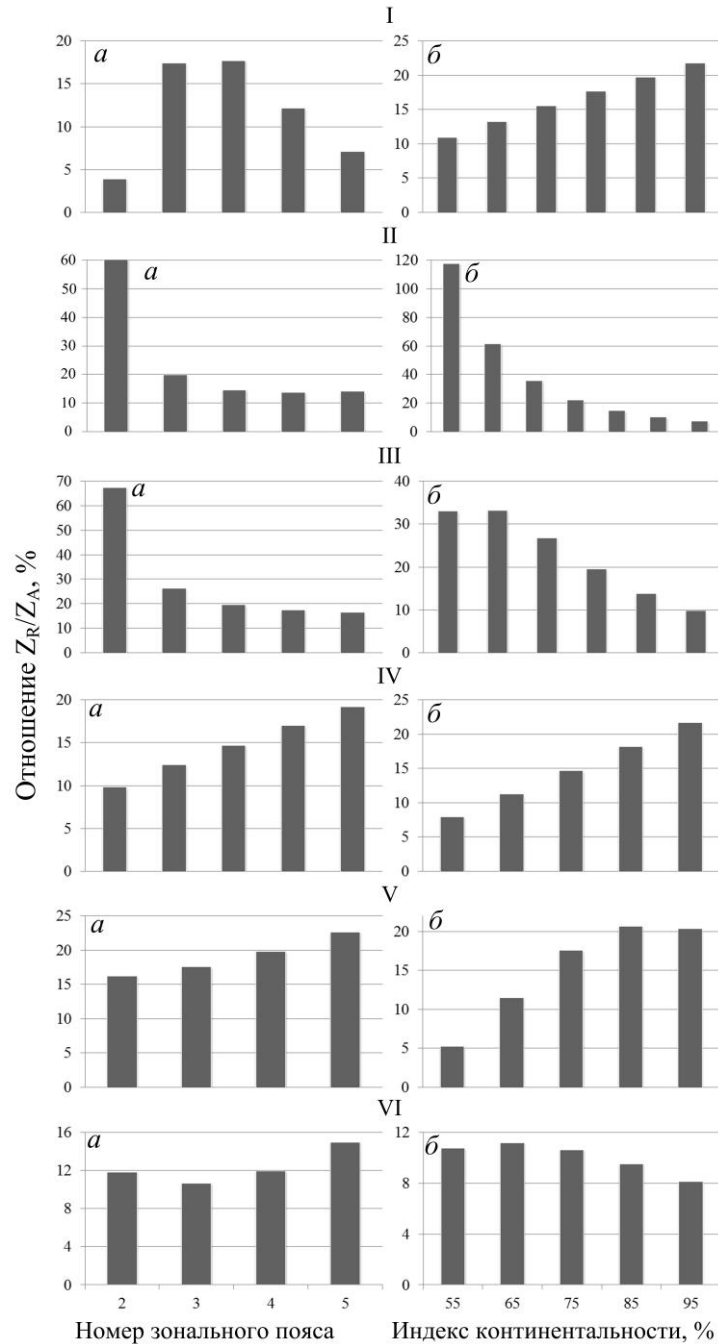


Рис. 32. Связь расчетных показателей  $Z_R/Z_A$  в фитоценозах сосны (I), лиственницы (II), ели и пихты (III), берёзы (IV), осины и тополей (V) и дуба (VI) с их зональной принадлежностью при индексе континентальности климата, равном 80% (a) и с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе (б). Возраст берёзы и осины с тополями 50 и остальных древесных видов 100 лет.

Наше исследование изменения показателя ЧПП нижнего яруса, относенного к общей ЧПП древесного яруса, по трансконтинентальным климатическим градиентам свидетельствует о том, что как по относительному показателю ЧПП корней насаждений, так и по относительному показателю ЧПП нижнего яруса (**рис. 33**), нет закономерностей, общих для всех пород.

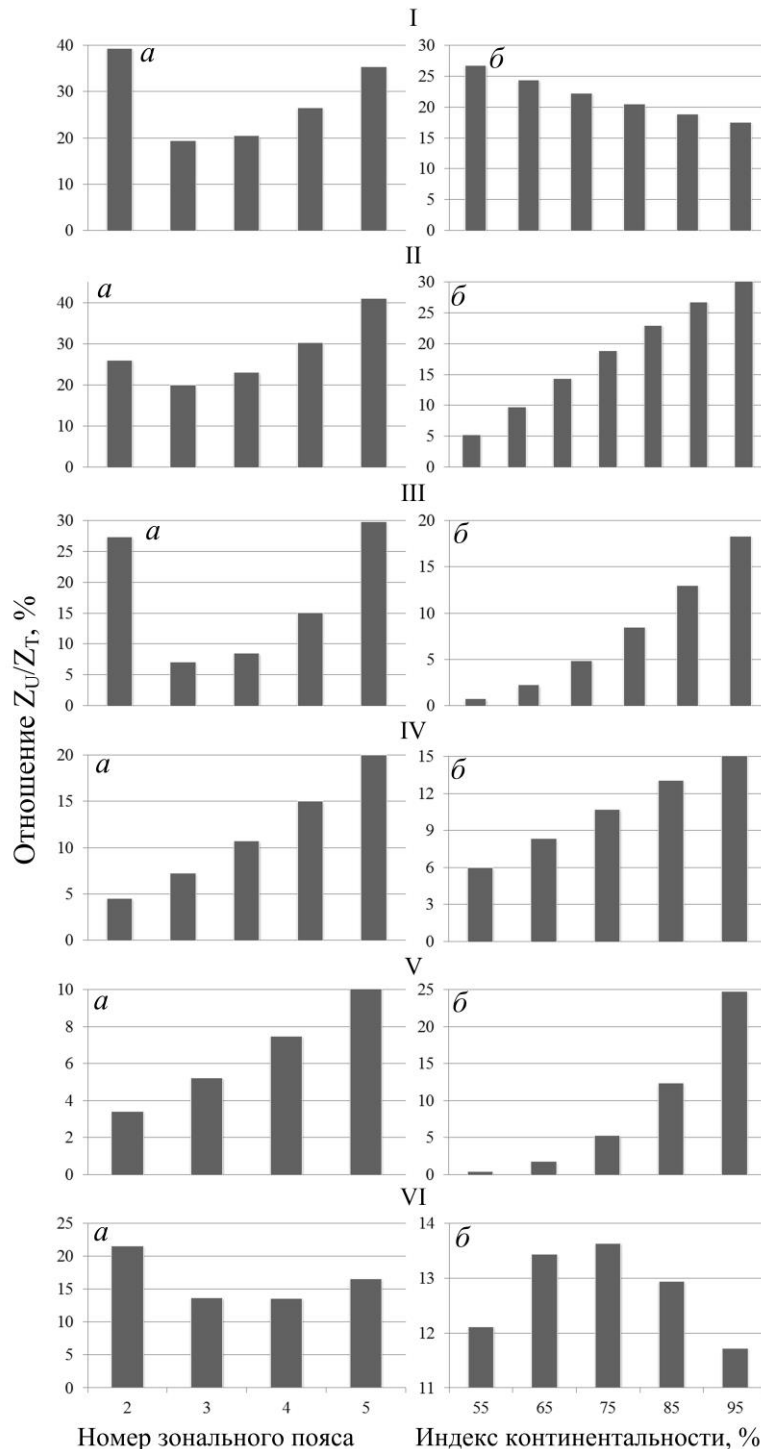


Рис. 33. Связь расчетных показателей  $Z_U/Z_T$  в фитоценозах сосны (I), лиственницы (II), ели и пихты (III), берёзы (IV), осины и тополя (V) и дуба (VI) с их зональной принадлежностью при индексе континентальности климата, равном 80% (a) и с индексом континентальности, по С.П. Хромову, в южном умеренном климатическом поясе (б). Возраст берёзы и осины с тополями 50 и остальных древесных видов 100 лет.

Отношение ЧПП нижнего яруса к общей ЧПП древостоя ( $Z_U / Z_T$ ) в сосняках, лиственничниках, елово-пихтарниках и дубовых насаждениях изменяется по некоей седлообразной поверхности: в направлении от 1-го (2-го) зонального пояса к 5-му имеется «провал» во 2-м и 3-м поясах (за исключением березняков и насаждений *Populus*), а по мере усиления континентальности климата названное соотношение монотонно увеличивается у всех пород, за исключением сосновых и дубовых насаждений.

### *3.6. Географические закономерности изменения ЧПП насаждений 5-хвойных сосен (кедров) на территории Азии*

Географический анализ ЧПП кедровых сосен вследствие недостаточного обеспечения фактическими данными ЧПП, полученными на пробных площадях лишь в пределах Азии, выполнен по методике, отличающейся от таковой для остальных лесообразующих пород.

#### *3.6.1. Структура надземной ЧПП древостоев кедра сибирского на Среднем Урале*

В темнохвойных насаждениях Среднего Урала (Новолялинское лесничество) нами заложены 13 пробных площадей, главным образом, в долгомошно-сфагновом типе леса, с преобладанием кедра сибирского 70-120-летнего возраста (табл. 3). Судя по данным табл. 3, среднее значение надземной годичной ЧПП равно 5,0 т/га. По результатам совмещения двух баз данных для Уральского региона – фитомассы и ЧПП – с данными Государственного учета лесного фонда названный показатель составил для Новолялинского лесничества 6,4 и для Свердловской области в целом – 5,8 т/га (Усольцев, 2007). Все значения ЧПП, полученные по разным методикам, оказались достаточно близкими. Для сравнения: соответствующие показатели, рассчитанные Д.Г. Замолотчиковым и А.И. Уткиным (2000), равны 15,7 и 12,3 т/га. Таким образом, как уже отмечалось ранее (Усольцев и др., 2011), методика Д.Г. Замолотчикова и А.И. Уткина завышает показатели ЧПП в лесном покрове территориального комплекса в 2,2-3,6 раза, а в данном случае, соответственно в 2,5 и 2,1 раза.

ЧПП кроны многие годы определялась, исходя из предположения о равенстве относительных приростов массы ветвей и массы стволов (Tadaki et al., 1970; Whittaker, Marks, 1975; Замолотчиков, Уткин, 2000), и этот метод называли «стандартным» (Jiang et al., 1999). В этом случае прирост массы ветвей получают из пропорции путем умножения их массы на относительный прирост массы стволов.

Однако этот метод дает недопустимое занижение оценки, поскольку относительный прирост у ветвей намного выше, чем у ствола. Это превышение прироста массы ветвей по отношению к приросту массы ствола

Таблица 3

Таксационные показатели, фитомасса и ЧПП кедровников по данным пробных площадей Новолялинского лесничества

№	А, лет	N, тыс. шт/га	D, см	H, м	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га				ЧПП, т/га			
						Ствол	Ветви	Хвоя	Всего	Ствол	Ветви	Хвоя	Всего
1	107	1,471	20,4	21,2	567	193,2	22,6	11,2	226,9	3,05	0,87	2,74	6,66
2	118	0,916	20,3	24,4	313	110,6	14,5	7,80	132,9	1,94	0,54	1,73	4,21
3	90	1,121	22,2	17,7	430	150,0	16,7	9,11	175,8	2,51	0,64	1,83	4,98
4	99	0,282	42,7	20,2	472	170,3	19,4	9,41	199,2	2,55	0,72	2,25	5,53
5	82	1,257	18,0	15,8	297	177,1	24,7	14,0	215,8	3,50	0,92	2,92	7,33
6	87	0,678	20,0	16,9	243	86,5	9,7	4,63	100,7	1,48	0,41	1,26	3,14
7	103	1,045	20,6	21,1	400	140,8	16,1	8,15	165,0	2,17	0,60	1,84	4,61
8	109	0,875	24,0	19,8	482	164,5	19,1	9,94	193,5	2,32	0,63	2,01	4,96
9	93	1,483	19,4	16,7	548	186,7	21,1	9,75	217,6	2,54	0,73	2,32	5,59
10	103	0,966	22,3	18,7	449	164,8	19,7	8,77	193,3	2,17	0,62	2,02	4,81
11	87	1,083	21,6	17,7	478	179,8	22,2	9,60	211,6	2,20	0,63	2,16	4,99
12	101	1,358	18,5	16,8	506	161,3	16,7	7,57	185,6	1,91	0,54	1,62	4,07
13	90	1,258	18,6	19,8	394	139,2	15,5	7,60	162,4	1,98	0,55	1,59	4,11

колеблется в зависимости от древесной породы и может быть двукратным у пихты сахалинской (4,0 против 1,9 т/га) (Satoo, Madgwick, 1982), 3-кратным у бука европейского (Calamini et al., 1989) и 4-кратным (0,91 против 3,3 т/га) у лиственницы японской (Satoo, Madgwick, 1982). Данные табл. 3 подтверждают отмеченную ранее (Усольцев, 2007) некорректность определения фракционного состава ЧПП пропорционально фракционному составу фитомассы древостоев: если доля массы хвои в исследованных кедровниках составила в среднем 5%, то ее доля в составе ЧПП равна 13%. Средняя величина годичной надземной ЧПП определилась на наших объектах на уровне 5,0 т/га с отклонениями от 3,1 до 7,3 т/га. Соотношение хвои, ветвей и стволов в ЧПП уральских кедровников составляет соответственно 13, 40 и 47%, а в фитомассе – соответственно 5, 10 и 85% (см. табл. 3).

### 3.6.2. Исследование межвидовых различий в структуре ЧПП древостоев кедровых сосен

По аналогии с исследованием межвидовых различий кедровых сосен по фитомассе, рассмотрим наличие или отсутствие их различий по ЧПП. Для этого в регрессионные уравнения включена бинарная переменная  $X$ , представляющая, как отмечалось выше, простейшую модификацию фиктивной переменной (Дрейпер, Смит, 1973). Посредством бинарной переменной  $X$  кодируется видовая принадлежность насаждений пробных площадей:  $X$  принята равной 0 для кедра сибирского и равной 1 - для кедра корейского. Тем самым выявление биологически обусловленных различий ЧПП фитомассы двух видов кедра выполняется при «гармонизированных» показателях морфоструктуры (Усольцев, 2001).

Принята структура уравнений для ЧПП:

$$\ln M = f(\ln A, \ln N, X) \rightarrow \ln(Z_i/M) = f(\ln A, \ln N, X). \quad (9)$$

Расчет констант первого звена в системе уравнений (9) показал, что плотность древостоя статистически не значима: значение критерия Стьюдента при переменной  $\ln N$  оказалось ниже табличного ( $t_{\text{факт}} = 0,63 < t_{05} = 2,0$ ), и запас древостоя  $M$  зависит только от возраста  $A$ . Соответственно во втором звене системы уравнений (9) ЧПП древостоев оценивается как функция возраста и запаса. Названные две системы модифицированы к виду:

$$\ln M = f(\ln A, X) \rightarrow \ln(Z_i/M) = f(\ln A, X) \quad (10)$$

В уравнениях (9) - (10) и далее  $M$  – запас стволовой древесины, м<sup>3</sup>/га;  $A$  – возраст древостоя, лет;  $N$  - число стволов, тыс. экз /га;  $Z_i$  - годичная ЧПП в абсолютно сухом состоянии стволов с корой, хвои (листья), скелета

ветвей, корней, нижнего яруса, надземная и общая ЧПП (соответственно  $Z_S, Z_F, Z_B, Z_R, Z_U, Z_A$  и  $Z_T$ , т/га).

При расчете первого звена системы (10) для запаса древостоя получено уравнение

$$\ln M = -0,0256 + 2,2068 \ln A - 0,1927 (\ln A)^2 - 0,1851 X; R^2 = 0,823; SE = 0,225. \quad (11)$$

При расчете уравнений здесь и далее принимаются во внимание только переменные, значимые на уровне  $t_{\text{факт}} > 2,0$ , а незначимые на уровне  $P_{95}$  исключаются из дальнейшего расчета. Высокая степень адекватности уравнений (10) для ЧПП наглядно подтверждается графиками остатков, т.е. корреляцией между фактическими и расчетными данными (рис. 34).

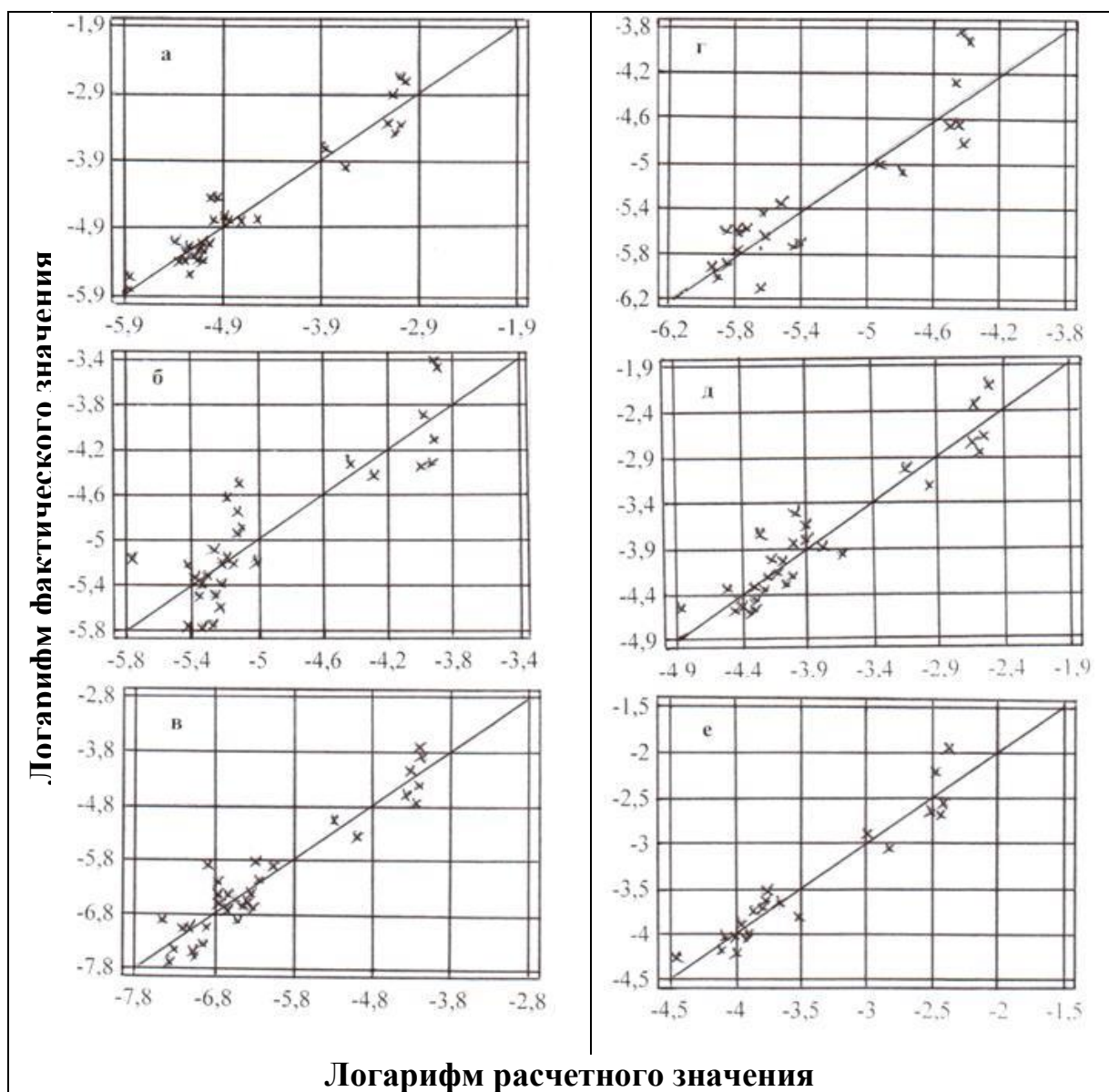


Рис. 34. Соотношение фактических и расчетных значений ЧПП кедровников на территории Азии по фракционному составу: (а) стволов, (б) хвои, (в) ветвей, (г) корней, (д) надземной и (е) общей фитомассы согласно уравнениям (10) в табл. 2.



Результаты расчета упомянутых уравнений системы (10) для ЧПП сведены в табл. 4. Путем табулирования названных уравнений составлена таблица возрастной динамики ЧПП кедров сибирского и корейского (табл. 5).

Таблица 4

## Характеристика уравнений (10) для ЧПП кедровников

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (10)			$R^2$	SE
	$a_0$	$a_1 (\ln A)$	$a_2 X$		
$\ln(Z_S/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,9441	-0,9257	0,6796	0,921	0,24
$\ln(Z_F/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-2,4687	-0,6180	0,4321	0,768	0,31
$\ln(Z_B/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,4888	-1,3094	0,2771	0,898	0,35
$\ln(Z_R/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-2,5211	-0,6325	0,0380	0,835	0,28
$\ln(Z_U/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-5,5951	-0,0344	0,4012	0,812	0,06
$\ln(Z_A/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-1,1842	-0,6993	0,7607	0,891	0,18
$\ln(Z_T/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,7526	-0,7008	0,4715	0,924	0,20

Таблица 5

## Таблица возрастной динамики годичной ЧПП (т/га) кедров сибирского и корейского

Возраст, лет	Запас, м <sup>3</sup> /Га	Кедр сибирский					Запас, м <sup>3</sup> /Га	Кедр корейский				
		$Z_S$	$Z_F$	$Z_B$	$Z_R$	Всего		$Z_S$	$Z_F$	$Z_B$	$Z_R$	Всего
20	129	3,12	1,71	1,56	1,55	7,9	107	5,12	2,19	1,71	1,34	10,4
40	243	3,11	2,11	1,19	1,89	8,3	202	5,10	2,69	1,30	1,63	10,7
60	324	2,84	2,18	0,93	1,95	7,9	269	4,66	2,79	1,02	1,68	10,2
80	382	2,57	2,15	0,75	1,92	7,4	317	4,21	2,76	0,83	1,66	9,5
100	424	2,32	2,09	0,63	1,85	6,9	353	3,81	2,67	0,69	1,60	8,8
120	456	2,11	2,00	0,53	1,77	6,4	379	3,46	2,57	0,58	1,53	8,1
140	480	1,93	1,92	0,46	1,69	6,0	399	3,16	2,46	0,50	1,46	7,6
160	498	1,77	1,83	0,40	1,62	5,6	414	2,90	2,35	0,44	1,39	7,1
180	512	1,63	1,75	0,35	1,54	5,3	425	2,67	2,24	0,38	1,33	6,6
200	522	1,50	1,67	0,31	1,47	5,0	434	2,47	2,14	0,34	1,27	6,2
220	529	1,40	1,60	0,28	1,40	4,7	440	2,29	2,05	0,30	1,21	5,9
240	534	1,30	1,53	0,25	1,34	4,4	444	2,13	1,96	0,27	1,16	5,5

На основании табл. 5 можно сделать вывод, что ЧПП хвои и корней увеличивается до 60, а общая ЧПП – до 40 лет, а затем последовательно снижается с возрастом у обеих древесных пород. В уравнениях (10), приведенных в табл. 4, константы при бинарной переменной  $X$  имеют положительный знак, и эта переменная статистически значима по всем фракциям за исключением корней, а также по надземной и общей ЧПП. Значения

$t_{факт}$  при  $X$  варьируют в диапазоне от 2,3 до 9,4, что превышает табличное  $t_{05} = 2,0$ . Это означает, что ЧПП кедра корейского превышает таковую у кедра сибирского, и это превышение статистически значимо, несмотря на то, что по запасу стволовой древесины соотношение двух пород прямо противоположное.

Названное превышение составляет по стволам, хвое, ветвям и общей ЧПП соответственно 64, 28, 10 и 27 %. Фракционные соотношения ЧПП двух пород составляют: у кедра сибирского ЧПП стволов, хвои, ветвей и корней соотносятся как 34, 30, 9 и 27, а у кедра корейского как 44, 30, 8 и 18 %, т.е. у кедра корейского по сравнению с сибирским в общей ЧПП больше доля стволов, но меньше - корней.

### 3.6.3. Изменение ЧПП кедровников по экорегионам

Чтобы «гармонизировать», или согласовать между собой регрессионные модели фитомассы насаждений для каждого экорегиона, их необходимо объединить в системе блоковых фиктивных переменных (Дрейпер, Смит, 1973, 1986, 1987). Подобная методология применена для оценки степени «дистанцирования» показателей ЧПП насаждений по различным экорегионам в пределах их ареалов. На данном этапе материалы по кедром сибирскому и корейскому, как близким по морфоструктуре, объединены в один исходный массив, но расчлененный по экорегионам с соответствующими сдвигами, обеспечиваемыми блоковыми фиктивными переменными.

С целью выявления в пределах каждой лесорастительной зоны (подзоны) провинциальных закономерностей биопродуктивности лесов на зональную схему Н. И. Базилевич и Л.Е. Родина (1967) нами наложены схемы лесорастительного районирования (Курнаев, 1973; Смагин и др., 1978). После нанесения на схему зонально-провинциального деления территории экспериментальные данные распределились по экорегионам (рис. 35).

Все регионы закодированы соответствующими блоковыми фиктивными переменными (табл. 6). Каждый блок переменных ( $X_0, \dots, X_3$ ), представляющий группу пробных площадей, приходящуюся на данный регион, повторяется в исходной матрице экспериментальных данных столько раз, сколько имеется пробных площадей в регионе.

Таблица 6

Схема кодирования блоковыми переменными региональных массивов данных о ЧПП кедров сибирского и корейского

Экорегион*	$X_1$	$X_2$	$X_3$
УРсп ( <i>Pinus sibirica</i> )	0	0	0
ЗСюж ( <i>P. sibirica</i> )	1	0	0
КИТюж ( <i>P. koraiensis</i> )	0	1	0
КИТхш ( <i>P. koraiensis</i> )	0	0	1

\* Обозначения экорегионов в таблице 5: УРсп – Уральская провинция, средняя тайга; ЗСюж – Западносибирская равнинная провинция, южная тайга КИТюж – Северо-Восточный Китай, южная тайга; КИТхш – Северо-Восточный Китай, хвойно-широколиственные леса.

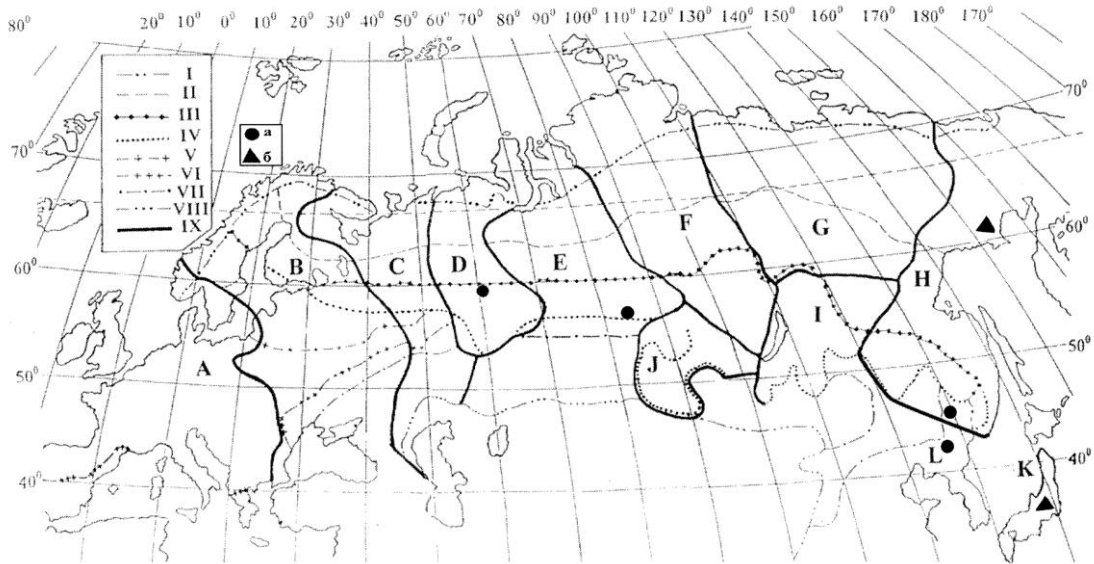


Рис. 35. Распределение экспериментальных данных о ЧПП насаждений кедровых сосен на схеме зонально-провинциального деления Евразии; **а** – кедров сибирский и корейский; **б** – кедровостланики.

**I** – южная граница тундры; **II** – южная граница подзоны северной тайги; **III** – южная граница подзоны средней тайги; **IV** – южная граница подзоны южной тайги; **V** – южная граница хвойно-широколиственных лесов; **VI** – юго-восточная граница широколиственных лесов; **VII** – южная граница лесостепи; **VIII** – южная граница степи. **IX** – границы лесохозяйственных провинций: **A** – Среднеевропейская; **B** – Скандинавско-Русская; **C** – Восток Русской равнины; **D** – Уральская; **E** – Западносибирская; **F** – Среднесибирская; **G** – Восточносибирская; **H** – Дальний Восток; **I** – Забайкальская горная; **J** – Алтае-Саянская горная; **K** – Японская; **L** – Юго-Восточная. Каждая точка на схеме соответствует одной или нескольким территориально сближенным пробным площадям.

Всего выделено 4 региона (см. табл. 6). Более дробное деление территории не имеет смысла из-за относительно слабой наполненности регионов данными о ЧПП кедровников. За исходный (нулевой) принят уровень продуктивности кедровников Среднего Урала, соответствующий естественным насаждениям кедров сибирского подзоны средней тайги. Исходный уровень закодирован нулями для всех регионов (см. табл. 6). Каждый из остальных 3 регионов имеет в блоке одну единицу.

Выделенные регионы, закодированные блоковыми фиктивными переменными  $X_0, \dots, X_3$ , включены в уравнения (12) с целью установления степени отличия показателей фитомассы каждого региона от базового, соответствующего насаждениям кедров сибирского подзоны средней тайги на Урале. Эти отличия количественно характеризуются константами при блоковых фиктивных переменных соответствующих регионов в многофакторных уравнениях. Уравнение приведено к виду:

$$\ln(Z_i/M) = f(X_0, \dots, X_3, \ln A, \ln N). \quad (12)$$

Подобный прием предопределяет согласованность, или гармонизацию регрессионных трендов биопродуктивности насаждений в разных регионах, и является одним из способов приведения показателей продуктивности к сопоставимому виду. Однако густота древостоев  $N$  в уравнениях (12) оказалась статистически не значимой ( $t_{факт} = 0,30 \div 0,92 < t_{05} = 2,0$ ), и расчет уравнений выполнен по упрощенной структуре

$$\ln(Z_i/M) = f(X_0, \dots, X_3, \ln A). \quad (13)$$

Полученная расчетом характеристика уравнений (13) подтверждает их достаточную адекватность фактическим данным ( $R^2 = 0,81-0,93$  и несколько ниже для  $Z_U/M$ ) (табл. 7). Высокая степень адекватности уравнений (13) наглядно подтверждается графиками остатков, т.е. корреляцией между фактическими и расчетными данными (рис. 36).

Таблица 7

Характеристика уравнений (13) для *Pinus sibirica* и *P. koraiensis*

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные					$R^2$	SE
	$a_0$	$a_1 X_1$	$a_2 X_2$	$a_3 X_3$	$a_4 \ln(A)$		
$\ln(Z_S/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,9686	0,2796	0,6576	0,7476	-0,9244	0,925	0,24
$\ln(Z_F/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-2,8021	0,6463	0,2773	0,6186	-0,5644	0,812	0,26
$\ln(Z_B/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,6465	0,5257	0,2138	0,6603	-1,2827	0,906	0,34
$\ln(Z_R/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-2,5050	0,5957	0,3613	0,1537	-0,6957	0,855	0,29
$\ln(Z_U/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-4,5067	0,3205	0,0213	-0,1414	-0,1603	0,637	0,12
$\ln(Z_A/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,9759	0,4643	0,3273	0,5405	-0,6718	0,917	0,22
$\ln(Z_T/M)$ , т/м <sup>3</sup>	-0,7364	0,4929	0,3325	0,4507	-0,6852	0,934	0,19

Уравнения (13) «работают» по принципу “Что будет, если...?” и обеспечивают сопоставимость фракционного состава ЧПП фитомассы разных регионов, если в эти уравнения подставить соответствующие характеристики насаждений, в данном случае показатели запаса древостоев  $M$ .

Для расчета возрастной динамики ЧПП уравнения (13) необходимо протабулировать по значениям запаса древостоев в их возрастной динамике в разных экорегионах. В результате расчета вспомогательного уравнения

$$\ln M = f(X_0, \dots, X_3, \ln A, \ln N) \quad (14)$$

мы установили, что как и в уравнении (14), густота древостоя оказалась статистически не значимой ( $t_{факт} = 0,035 < t_{05} = 2,0$ ). В итоге получено уравнение

$$\ln M = 2,6734 - 0,7714 X_1 - 0,4764 X_2 - 0,1358 X_3 + 0,7542 \ln A - 0,0043 (\ln A)^2; \quad (15)$$

$$R^2 = 0,844; SE = 0,26.$$

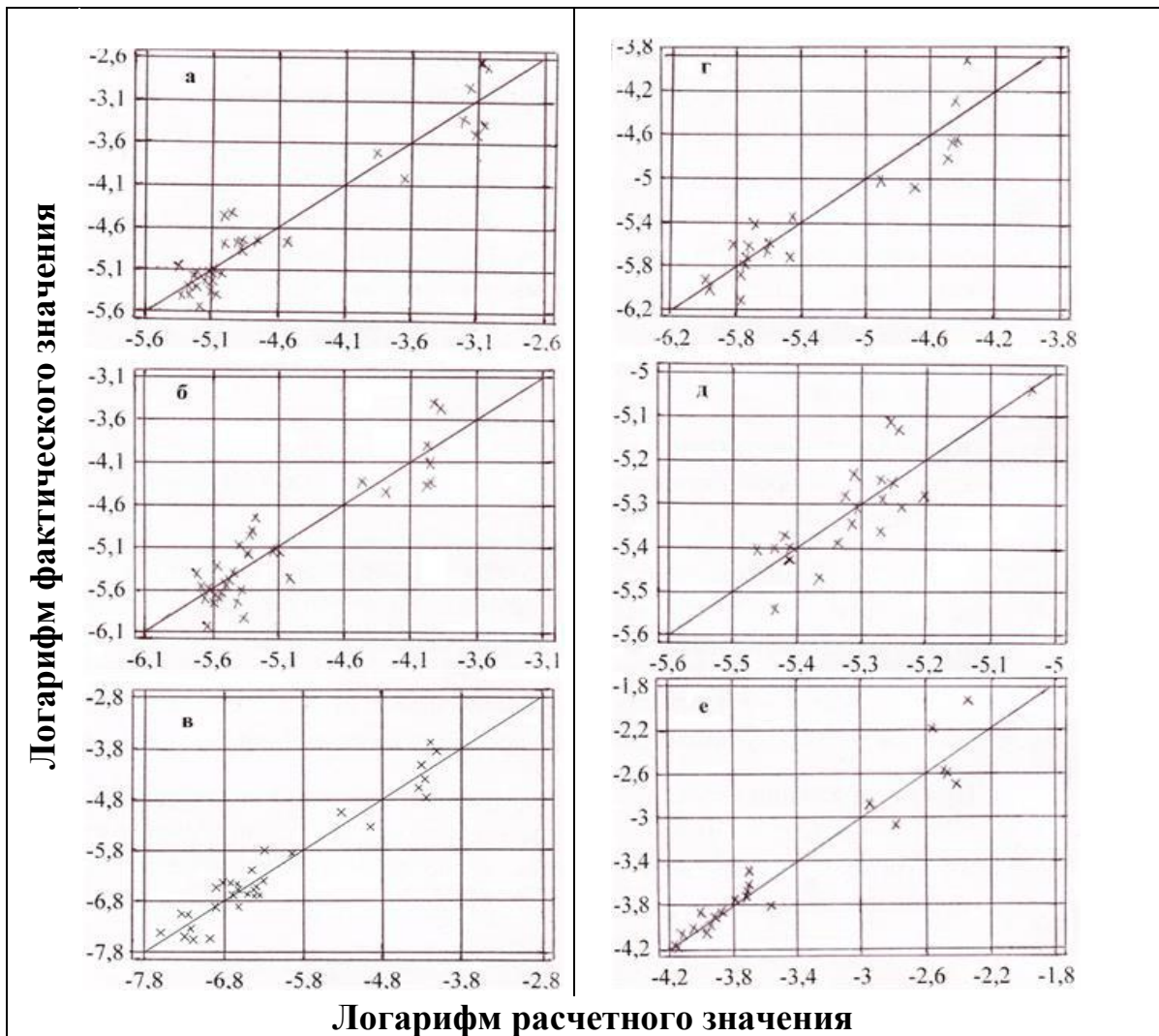


Рис. 36. Соотношение фактических и расчетных значений переводных коэффициентов годичной ЧПП фитомассы кедровников на территории Азии по фракционному составу: (а) стволов, (б) хвои, (в) ветвей, (г) корней, (д) нижнего яруса и (е) общей фитомассы согласно уравнениям (13).

Таким образом, рекурсивный принцип построения регрессионной системы обеспечивает последовательное накопление региональных различий в возрастной динамике запасов стволовой древесины и затем – ЧПП в последовательности взаимозависимых уравнений (15) и (13).

Последовательным табулированием систем уравнений (15) и (13) по задаваемым значениям возраста получены возрастные тренды запаса древесины и ЧПП фитомассы кедровников по каждому экорегиону (табл. 8). Из табл. 8 взяты значения ЧПП для возраста кедровников 100 лет, и построена диаграмма (рис. 37), наглядно показывающая снижение ЧПП в направлении от Урала к Западной Сибири и затем – увеличение в направлении от южной тайги к подзоне хвойно-широколиственных лесов в Китае. Снижение показателей ЧПП кедровников в направлении от Уральской к Западносибирской провинции, возможно, связано с увеличением индекса континентальности климата, а увеличение ее в северо-восточном Китае в направлении от южной тайги к хвойно-широколиственным лесам происхо-

дит под влиянием повышения среднемесячной суммы эффективных температур выше  $+5^{\circ}\text{C}$  за вегетационный период.

Таблица 8

Расчетные возрастные тренды запаса и ЧПП кедровников (по материалам базы данных)

Возраст, лет	Запас стволов, $\text{M}^3/\text{га}$	Годичная ЧПП, т/га						
		стволов с корой	хвой	ветвей	нижнего яруса	надземная	корней	Итого
<b>Уральская провинция</b>								
<b>Средняя тайга</b>								
20	138	3,3	1,54	1,55	0,74	7,11	1,40	8,51
40	218	2,7	1,65	1,00	1,16	6,54	1,37	7,91
60	284	2,5	1,71	0,78	1,51	6,45	1,35	7,80
80	344	2,3	1,76	0,65	1,82	6,51	1,33	7,84
<b>100</b>	<b>398</b>	<b>2,1</b>	<b>1,80</b>	<b>0,57</b>	<b>2,11</b>	<b>6,61</b>	<b>1,32</b>	<b>7,94</b>
120	449	2,0	1,83	0,51	2,38	6,75	1,31	8,06
140	497	2,0	1,85	0,46	2,63	6,90	1,30	8,21
160	543	1,9	1,88	0,42	2,87	7,06	1,30	8,36
180	587	1,8	1,90	0,39	3,10	7,22	1,29	8,52
200	629	1,8	1,92	0,37	3,32	7,39	1,29	8,67
220	670	1,7	1,94	0,35	3,53	7,55	1,28	8,83
<b>Западносибирская равнинная провинция</b>								
<b>Южная тайга</b>								
20	71	2,2	1,51	1,34	0,47	5,55	1,30	6,85
40	112	1,9	1,61	0,87	0,73	5,07	1,27	6,35
60	146	1,7	1,68	0,68	0,96	4,98	1,25	6,23
80	176	1,5	1,72	0,57	1,15	4,99	1,24	6,23
<b>100</b>	<b>205</b>	<b>1,5</b>	<b>1,76</b>	<b>0,49</b>	<b>1,34</b>	<b>5,04</b>	<b>1,23</b>	<b>6,27</b>
120	231	1,4	1,79	0,44	1,50	5,12	1,22	6,34
140	255	1,3	1,82	0,40	1,66	5,21	1,22	6,43
160	279	1,3	1,84	0,37	1,82	5,31	1,21	6,52
180	301	1,2	1,86	0,34	1,96	5,41	1,20	6,61
200	323	1,2	1,88	0,32	2,10	5,51	1,20	6,71
220	344	1,2	1,90	0,30	2,23	5,61	1,20	6,81
<b>Северо-Восточный Китай</b>								
<b>Южная тайга</b>								
20	99	4,5	1,46	1,37	0,46	7,82	1,44	9,25
40	156	3,8	1,56	0,89	0,72	6,94	1,40	8,34
60	203	3,4	1,62	0,69	0,94	6,63	1,38	8,01
80	246	3,1	1,66	0,58	1,13	6,51	1,37	7,88
<b>100</b>	<b>285</b>	<b>3,0</b>	<b>1,70</b>	<b>0,50</b>	<b>1,31</b>	<b>6,47</b>	<b>1,36</b>	<b>7,82</b>
120	322	2,8	1,73	0,45	1,47	6,47	1,35	7,82
140	356	2,7	1,75	0,41	1,63	6,50	1,34	7,84
160	389	2,6	1,77	0,38	1,78	6,54	1,33	7,87
180	420	2,5	1,79	0,35	1,92	6,59	1,33	7,92

Продолжение таблицы 8

200	450	2,5	1,81	0,33	2,06	6,66	1,32	7,98
220	480	2,4	1,83	0,31	2,19	6,73	1,32	8,04
<b>Северо-Восточный Китай</b>								
<b>Хвойно-широколиственные леса</b>								
20	126	6,3	2,61	2,73	0,65	12,31	1,49	13,80
40	199	5,3	2,79	1,14	1,02	10,21	1,45	11,66
60	260	4,7	2,90	0,88	1,33	9,83	1,43	11,27
80	314	4,4	2,98	0,74	1,60	9,70	1,42	11,12
100	363	4,1	3,04	0,64	1,85	9,67	1,41	11,07
120	410	3,9	3,10	0,57	2,09	9,69	1,40	11,09
140	454	3,8	3,14	0,52	2,31	9,75	1,39	11,14
160	496	3,6	3,18	0,48	2,52	9,83	1,38	11,21
180	536	3,5	3,22	0,44	2,72	9,92	1,38	11,29
200	574	3,4	3,25	0,42	2,91	10,02	1,37	11,39
220	611	3,4	3,28	0,39	3,10	10,12	1,37	11,49

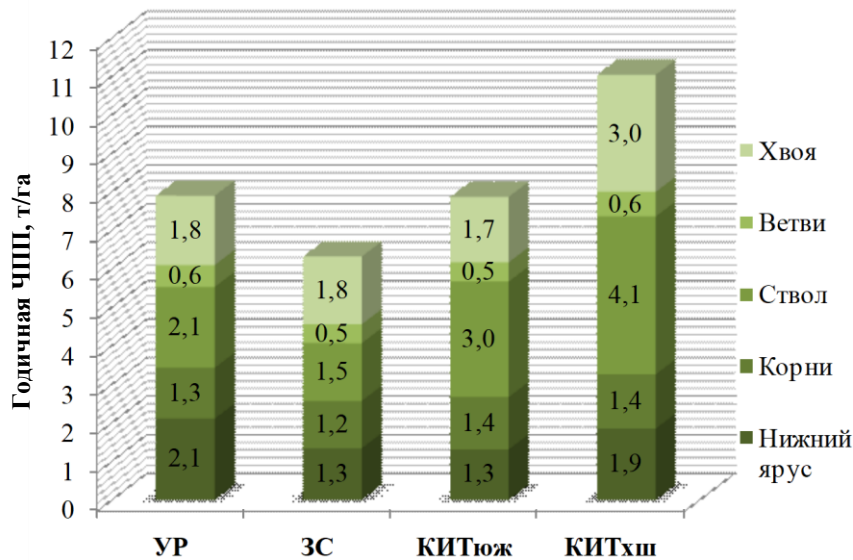


Рис. 37. Региональное изменение структуры ЧПП кедровников в возрасте 100 лет. Обозначения см. в табл. 6.

Назначение обобщенных возрастных трендов, показанных в табл. 8, – приведение древостоев разного возраста и морфоструктуры к сопоставимому по экорегионам виду. Во всех экорегионах независимо от степени жесткости климатических условий с возрастом происходит снижение годичной ЧПП по таким фракциям, как стволы, ветви и корни, а по хвое и нижнему ярусу тенденция противоположная, возможно, вследствие возрастного изреживания древостоев. В результате сложения названных противоположных трендов ЧПП надземной и общей фитомассы кедровников с возрастом вначале снижается, а затем увеличивается. Смена убывающего тренда на возрастающий происходит у кедра сибирского в возрасте 60-80, а у кедра корейского несколько позднее – в возрасте 100-120 лет. Упомя-

нутые возрастные тренды фитомассы в определенном смысле могут служить в качестве специфичных характеристик естественных насаждений кедровых сосен и могут быть использованы для сопоставления последних с другими древесными породами.

#### 3.6.4. ЧПП насаждений кедрового стланика

В имеющихся публикациях по кедровостланикам (*Pinus pumila*) оценивалась чаще только фитомасса и редко – фитомасса и ЧПП. Выполнено лишь два исследования ЧПП и фитомассы в кедровостланиках (табл. 9): одно в России Т.М. Панченко (1985) и одно в Японии (Kajimoto et al., 1996). Их результаты дают возможность хотя бы в первом приближении оценить ЧПП кедрового стланика в сравнении с ЧПП кедров сибирского и корейского. Т.М. Панченко заложил на юге Магаданской области (60°с.ш., 151°в.д.) в подзоне северной тайги семь пробных площадей. Три пробные площади - в кедровостланиках открытого типа на склоне, из которых две – в нижних элементах рельефа (240 м и 266 над ур. м.) в возрасте соответственно 90 и 200 лет и одна – в верхнем элементе рельефа (390 м над ур. м.) в возрасте 200 лет. Четыре пробные площади заложены в речной долине под пологом лиственницы в кедровостланиковом подлеске возрастом от 35 до 54 лет (см. табл. 9).

Такуя Каджимото с соавторами (Kajimoto et al., 1996) выполнили аналогичные определения в зарослях кедрового стланика на верхней границе леса (гора Кинпу в центральной Японии). Возраст кедровостлаников от 26 до 55 лет, т.е. такой же, как у кедровостлаников на Колыме под пологом лиственницы. Кедровостланики в Японии имеют кустообразную морфоструктуру, и авторами показано число порослевин, а не число кустов. Отсюда – многократное расхождение значений густоты кедровостлаников на Колыме и в Японии.

При приблизительном равенстве как общей фитомассы, так и общей ЧПП, кедровостлаников на плакорах Колымы и на горе Кинпу в Японии, их фракционная структура существенно различается: если по массе и ЧПП хвои вторые превышают первые соответственно в 4 и 6 раз, то по скелетной надземной части, напротив, первые превышают вторые соответственно в 2 и 7 раз.

При одинаковом возрасте кедровостлаников под пологом лиственницы на Колыме и на верхней границе леса в Японии их фракционная структура также существенно различается: по массе хвои и общей вторые превосходят первые соответственно в 24 и 2,2 раза. По ЧПП расхождения значительнее: вторые превышают первые по ЧПП скелетной части в 8 раз и хвои – в 41 раз. Имеющиеся данные о структуре фитомассы и ЧПП кедровых сосен позволяют выявить некоторые межвидовые соотношения названных показателей. Эти соотношения не являются инвариантными и видоспецифичны в зависимости от рассматриваемого показателя.



Таблица 9

Фактические значения фитомассы и ЧПП кедровостлаников на Колыме и в Японии. Обозначения см. в тексте.

№	А, лет	N, тыс. шт/га	H, м	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га				ЧПП, т/га			
					Скелет*	Хвоя	Корни	Всего	Скелет*	Хвоя	Корни	Всего
<b>Панченко, 1985.</b>												
Колыма. Плакоры. Кедровник на склоне. 240 м над ур. м. 60° с.ш., 151° в.д.												
1	90	7,075	2,8	65,0	36,1	3,1	11,0	50,2	4,59	0,614	0,122	5,33
Колыма. Плакоры. Кедровник на склоне. 266 м над ур. м.												
2	200	6,175	3,0	84,6	46,9	3,2	11,0	61,1	3,305	0,610	0,058	3,973
Колыма. Плакоры. Кедровник на склоне. 390 м над ур. м.												
3	200	11,475	1,4	28,1	15,56	2,1	5,2	22,86	1,232	0,335	0,026	1,593
Колыма. Речная долина. Кедровостланиковый подлесок под пологом лиственницы.												
4	40	0,700	2,2	6,90	3,82	0,10	0,15	4,07	0,013	0,018	0,004	0,035
5	54	5,875	2,0	85,3	47,25	1,01	1,92	50,2	0,120	0,159	0,035	0,314
6	35	7,200	1,7	36,2	20,06	0,55	0,61	21,2	0,073	0,106	0,018	0,197
7	48	0,270	1,1	1,60	0,89	0,012	0,015	0,917	0,0022	0,0026	0,0003	0,0051
<b>Kajimoto et al., 1996</b>												
Префектура Нагано, гора Кинпу. 2595 м над ур. м. 37° с.ш., 138° в.д.												
8	39	210,0	0,40	22,9	12,7	7,8	11,8	32,3	0,326	2,60	1,69**	4,62
9	26	330,0	0,30	11,2	6,2	5,6	5,77	17,6	0,238	1,87	1,03**	3,14
10	55	140,0	0,70	40,4	22,4	10,4	20,8	53,6	0,407	3,47	2,46**	6,34
11	37	130,0	0,50	30,9	17,1	9,7	15,9	42,7	0,462	2,42	1,71**	4,59
12	36	320,0	0,40	33,0	18,3	12,6	17,0	47,9	0,508	3,15	2,01**	5,67
13	38	230,0	0,50	42,8	23,7	15,8	22,0	61,5	0,624	3,95	2,54**	7,11

Примечание: \* скелет – это суммарный показатель стволов и ветвей; \*\* данные получены расчетом.

В частности, в 100-летнем возрасте общая ЧПП насаждений кедров сибирского и корейского больше, чем кедровостлаников на Колыме в 1,3-1,7 раза. В 200-летнем возрасте превышение по ЧПП древостоев кедров сибирского и корейского над кедровостланиками на Колыме примерно 2-кратное. Общая ЧПП кедров сибирского и корейского в 40-летнем возрасте выше по сравнению с кедровостланиками Японии соответственно в 1,6 и 2,0 раза.

### Заключение по гл. 1

Взаимосвязь чистой первичной продукции и фитомассы обусловлена чисто теоретическими предпосылками: фитомасса является непосредственной функцией годичной продукции, и оба показателя лимитируются одними и теми же экологическими факторами, такими как температура, обеспеченность влагой и элементами питания. Однако характер зависимости от этих факторов у них разный. Показатели фитомассы достаточно консервативны, тогда как ЧПП более чутко реагирует на изменение названных факторов, в том числе возраста.

Поскольку получение фактических значений ЧПП на пробных площадях является существенно более трудоёмким по сравнению с показателями фитомассы, установление зависимостей ЧПП от фитомассы разных древесных пород представляет не только научный, но и практический интерес. Однако количественное описание названного соотношения крайне противоречиво, а из всех действующих на него факторов исследовано влияние лишь возраста древостоя.

По мере накопления фактических данных ЧПП по мировым лесам, её связь как с такими климатическими показателями, как температура и осадки, становится всё более неопределённой. Возможная причина, по видимому, состоит в том, что в случае, когда игнорируются существенные, определяющие ЧПП факторы, увеличение числа наблюдений ничего не даёт. Такими неучтёнными факторами в данном случае являются возраст и морфометрические показатели лесных фитоценозов, которые варьируют в естественных условиях в широком диапазоне, перекрывающем диапазон варьирования ЧПП под влиянием собственно температуры и осадков.

Установлено, что по зональному градиенту надземная и общая ЧПП сосняков и елово-пихтарников монотонно возрастает в направлении от северной к южной оконечности материка, лиственничники и березняки имеют максимум в 3-м и древостой *Populus* – во 2-м зональных поясах, а по дубовым древостоям чёткой закономерности не выявлено.

В пределах одного зонального пояса надземная и общая ЧПП монотонно снижается в направлении от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности в Якутии, как у хвойных, так и у лиственных.

ЧПП нижнего яруса у всех пород, за исключением дуба, монотонно возрастает в направлении к субэкваториальному поясу. Для дубовых фитоценозов чёткой закономерности не выявлено. В пределах одного зонального пояса по мере приближения к полюсу континентальности ЧПП у *Pinus* и *Quercus* монотонно понижается, а у остальных пород – увеличивается.

Отношение подземной ЧПП к надземной по зональному градиенту у *Pinus* находится в максимуме в умеренном поясе, понижаясь в северном и южном направлениях, у всех лиственных в южном направлении монотонно повышается, а у остальных пород – снижается. Аналогичные закономерности были установлены и по соотношению названных фитомасс.

В пределах одного зонального пояса по мере приближения к полюсу континентальности отношение подземной ЧПП к надземной в лиственничниках, елово-пихтарниках и дубняках монотонно снижается, а у остальных пород возрастает.

Отношение ЧПП нижнего яруса к общей (надземной и подземной) ЧПП древостоя по зональному градиенту в сосняках, лиственничниках и елово-пихтарниках находится в минимуме во 2-м зональном поясе, повышаясь в северном и южном направлениях, в дубняках минимум приходится на 3-4 пояса, а у остальных лиственных в южном направлении монотонно повышается.

В пределах одного зонального пояса отношение ЧПП нижнего яруса к общей ЧПП древостоя по мере приближения к полюсу континентальности в сосняках снижается, в дубовых насаждениях имеется максимум при индексе континентальности 75%, а у остальных пород монотонно возрастает.

Таким образом, не выявлено общих для всех древесных пород закономерностей изменения фитомассы и ЧПП в двух трансконтинентальных климатических градиентах. Изложенные закономерности получены впервые и имеют предварительный характер: по мере дальнейшего наполнения базы фактических данных о ЧПП насаждений, применения более совершенных расчётных алгоритмов и в связи с изменением климата они могут быть подвержены смещениям.

## ГЛАВА 2. ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ГРАДИЕНТЫ УДЕЛЬНОЙ ЧИСТОЙ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ (УдЧПП) ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ЕВРАЗИИ

### 1. Общие замечания

Оценка биологической продуктивности лесов представляет одну из наиболее приоритетных задач лесной экологии. Если результаты исследований структуры и географии фитомассы и чистой первичной продукции (ЧПП) лесных насаждений представлены в достаточно обширной литературе, то удельная чистая первичная продукция (УдЧПП), как отношение ЧПП к величине фитомассы, выражаемое в долях или в процентах (Базилевич и др., 1986; Базилевич, Титлянова, 2008; Гульбе и др., 2010), стала исследоваться лишь в последние годы. При этом выявляются многочисленные неопределённости (Усольцев, 2014б).

Методические основы определения и аналитического описания УдЧПП восходят к традиционной лесной таксации, использующей понятие процента текущего прироста стволовой древесины, который представляет собой частное от деления текущего объемного прироста древостоя на его запас и выражается в процентах (Pressler, 1865; Турский, 1925; Орлов, 1928, 1929; Анучин, 1952). Если известны запас древостоя и процент его текущего прироста, то можно приближенно, без рубки деревьев определить текущий прирост запаса древостоя по формуле

$$Z_M = (M \times Z_{\text{отн}}) / 100, \quad (16)$$

где  $Z_M$  - текущий годичный прирост запаса древостоя, м<sup>3</sup>/га;  $M$  – запас древостоя, м<sup>3</sup>/га;  $Z_{\text{проц}}$  - процент текущего прироста запаса древостоя.

Исследуя в ельниках Прибалтики показатель  $(Zv/V)$  как отношение годичного объемного прироста  $Zv$  (м<sup>3</sup>) дерева к его объему  $V$  (м<sup>3</sup>), Л.А. Кайрюкшис (1969) установил, что этот показатель довольно изменчив и зависит от многих параметров: объема ствола, класса развития дерева, класса бонитета и других условий местопроизрастания. Математическое выражение зависимости процента текущего прироста по запасу от возраста и полноты сосновых древостоев Казахского мелкосопочника предложено В.К. Хлюстовым и А.А. Макаренко (1983).

Зависимость относительного объемного прироста, или его процента, от возраста выражается обычно гиперболической зависимостью, либо функцией Гомпертца, либо иной, близкой по биологическому смыслу, убывающей нелинейной функцией (Науменко, 1946; Кайрюкшис, 1969; Wenk, 1973a,b; Антанайтис, Загреев, 1981; Бузыкин и др., 1991).

Немецким исследователем Р. Наке (цит. по: Wenk et al., 1990) было проанализировано 16 функций относительного прироста. В частности, М. Проданом (Prodan, 1951) для определения процента текущего прироста

древостоя предложена одна из наиболее известных и имеющих большое практическое значение зависимость:

$$Z_{проц} = f(D, Z_r), \quad (17)$$

где  $D$  – средний диаметр древостоя, см;  $Z_r$  – текущий годичный радиальный прирост, мм. На этой основе были разработаны таблицы процентов текущего прироста для хвойных и лиственных пород, широко используемые в лесохозяйственной практике Германии.

В.В. Антанайтис и В.В. Загреев (1981) для нескольких древесных пород конкретизировали уравнение (17), в частности, для 50-летних осинников ими предложена зависимость (рис. 38):

$$Z_{проц} = 0,838 + 0,043 Z_r + 1,265/D + 37,937 Z_r/D, \quad (18)$$

обеспечивающая точность аппроксимации 0,3-0,5%.

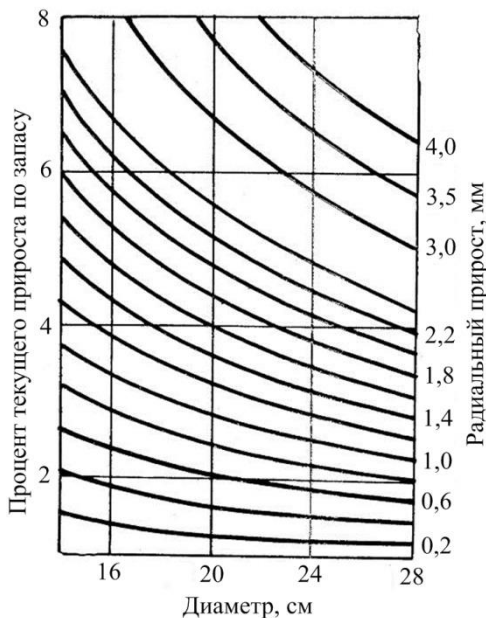


Рис. 38. Зависимость процента текущего прироста по запасу от среднего диаметра древостоя и радиального прироста согласно уравнению (18).

Путём введения в (18) возраста древостоя как третьей независимой переменной авторы показали универсальный характер модифицированной зависимости, которая стала приемлемой для основных лесобразующих пород.

Гюнтер Венк (Wenk, 1969, 1973a,b) ввел понятие относительного прироста  $Z_{отн}$ , или относительной скорости роста (relative Wachstumsgeschwindigkeit) древостоя по запасу как отношение текущего объемного прироста к запасу древостоя и использовал его для прогнозирования роста на основе модифицированной им функции Гомпертца (Backman, 1938)

$$Z_{отн} = \exp[-c_1 A (1 - \exp[-c_2 A (1 - \exp[-c_3 A])])], \quad (19)$$

где  $A$  – здесь и далее возраст древостоя, лет. Константа  $c_1$  в формуле (19) является наиболее важным параметром, видоспецифичным и зависящим от условий произрастания. Она изменяется в диапазоне от 0,15 до 0,40; константа  $c_2$  варьирует в пределах от 0,5 до 5,0 и константа  $c_3$ , характеризующая скорость роста в первые годы жизни древостоя, изменяется в пределах от 0,15 до 1,0. Значения названных констант подбираются эмпирическим путем. Их влияние на характер возрастного изменения относительного прироста показано на рис. 39 и 40.

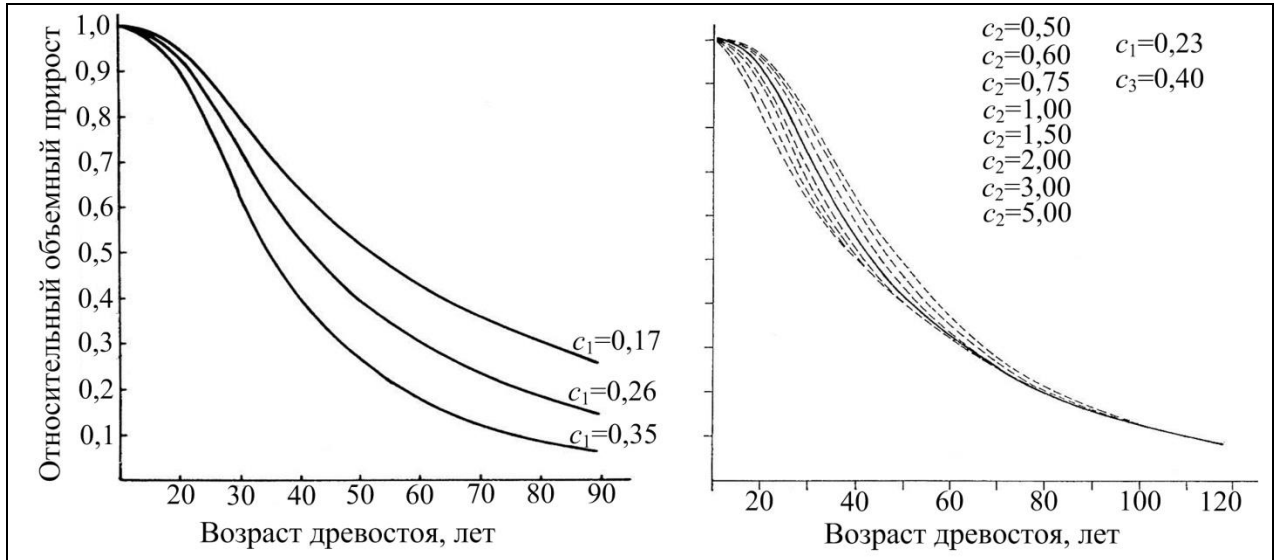


Рис. 39. Изменение относительного объемного прироста при различных значениях константы  $c_1$  и неизменных значениях  $c_2$  и  $c_3$  в уравнении (19) (Wenk, 1973a).

Рис. 40. Изменение относительного объемного прироста при различных значениях константы  $c_2$  и при постоянной величине  $c_1 = 0,23$  и  $c_3 = 0,40$  в уравнении (19) (Wenk et al., 1990). Сплошная линия соответствует значению  $c_2 = 1,0$ .

А.И. Бузыкин с соавторами (1991) отношение объемного прироста к запасу древостоя ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ ) назвали удельной продуктивностью и на примере сосняков и лиственничников разнотравно-зеленомошных в Приангарье показали монотонно убывающий характер зависимости названного показателя от возраста древостоя (рис. 41). Авторами сделан вывод: «В пределах фиксированного возраста деревьев и древостоев независимо от их параметров удельную продуктивность можно считать относительно стабильным показателем продукционного процесса» (с. 24).

Результатом исследования, выполненного на уровне древостоев (Колтунова, 2004), было утверждение, что относительные показатели фитомассы остаются стабильными при изменении лесорастительных условий. К аналогичному выводу пришла И.В. Паламарчук (2013), проанализировав данные таблиц биологической продуктивности сосняков Северной Евразии, составленных В.А. Усольцевым (2002б) путем совмещения регрессионных многофакторных моделей фитомассы с традиционными таблицами хода роста сосняков разных классов бонитета в разных экорегионах. По упомянутым таблицам ею рассчитано относительное текущее изменение фитомассы разных фракций как частное от деления разности ее запасов за текущие 20 лет к запасу в данном возрасте. Проанализировав возрастную динамику полученных относительных показателей в диапазоне использованных таблиц биопроductивности, И.В. Паламарчук установила, что эта динамика имеет общий характер, т.е. на статистически значимом уровне не зависит ни от класса бонитета древостоев, ни от района их произрастания (рис. 42).

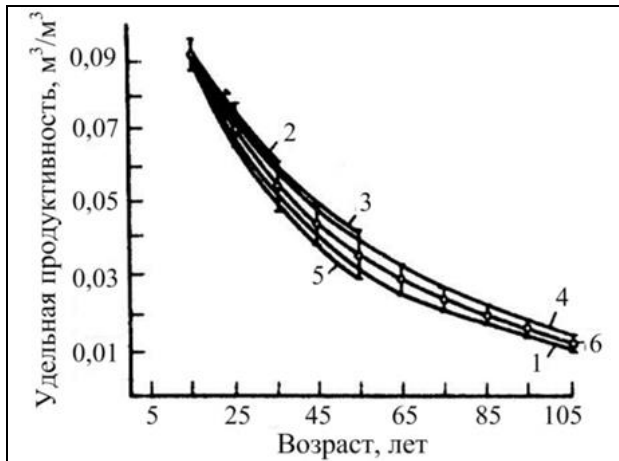


Рис. 41. Изменение удельной продуктивности древостоев с возрастом: 1-3 – лиственные; 4-5 – сосновые и 6 – усредненные данные (Бузыкин и др., 1991).

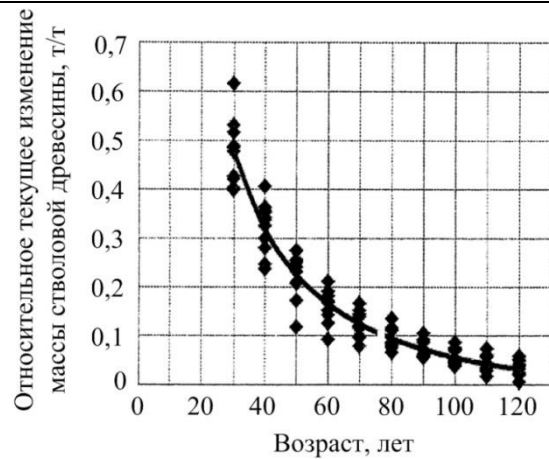


Рис. 42. Возрастная динамика относительного текущего изменения фитомассы стволов разных классов бонитета в разных районах произрастания сосняков (Паламарчук, 2013).

Таким образом, в традиционной лесной таксации при моделировании удельной продуктивности (процента прироста по запасу) древостоев возраст учитывался как необходимая переменная, объясняющая изменчивость искомого показателя. Однако при первых оценках удельной чистой продукции (УдЧПП) возраст не стал учитываться, и это породило некоторые неопределённости.

Если при линейной зависимости  $P \sim Z$  (см. рис. 2 и 3) по мере увеличения ЧПП с 8 до 15 т/га УдЧПП остается на уровне 2-3 %, то при колоколообразной (см. рис. 4) она монотонно возрастает и при ЧПП, равной 5, 20 и 32 т/га, составляет соответственно 4, 7 и 13 %, а согласно линейной зависимости (3) (см. рис. 6 справа) с увеличением ЧПП с 3 до 12 т/га УдЧПП сосняков Китая снижается с 21 до 8 %. Несмотря на то, что тренды зависимостей по уравнениям (3) и (4) близки (см. рис. 7), величина УдЧПП во втором случае (линия 2 на рис. 7) практически не изменяется (в отличие от соответствующей закономерности согласно (2)) по мере увеличения ЧПП и остается на уровне 8-9 %.

Х. Килинг и О. Филипс (Keeling, Phillips, 2007) снижение фитомассы и соответствующее увеличение УдЧПП при высоких значениях ЧПП в тропических лесах объясняют ускоренным круговоротом веществ и некоторыми эдафическими факторами, отмечая, тем не менее, наличие неопределенностей в исследуемом производственном процессе и необходимость дальнейших углубленных исследований.

Я.И. Гульбе с соавторами (2010), в отличие от предшественников (см. раздел 1), провели анализ не прямого соотношения  $Z \sim P$ , скорректированного возрастом древостоя, как в уравнении (6), а относительного показателя  $Z_{abo}/P_{abo}$  (УдЧПП) в зависимости от возраста по аналогии с процентом текущего прироста по запасу или с относительным текущим изменением фитомассы (см. рис. 39-42). На основе базы данных пробных пло-



щадей по надземной фитомассе и ЧПП в количестве 208 древостоев для сосны обыкновенной, 74 – ели, 24 – дуба, 47 - березы, 18 – осины и 20 – ольхи серой они предложили серию уравнений

$$\ln(Z_{abo}/P_{abo}) = a_0 - a_1 \ln A. \quad (20)$$

Выражение (20) описывает монотонно убывающую закономерность изменения УдЧПП с возрастом древостоя.  $R^2$  уравнений для разных пород варьирует в диапазоне от 0,754 до 0,968. Путем табулирования уравнений (20) по задаваемым значениям возраста древостоя получена **табл. 10**, показывающая, что у всех пород УдЧПП резко снижается с возрастом примерно до 100 лет, после чего снижение незначительно.

При сравнении **рис. 39 и 40**, с одной стороны, и **рис. 41 и табл. 10**, - с другой, становится очевидным, что относительная продуктивность сосняков и лиственничников Приангарья (Иркутская область) и лесобразующих пород России на порядок ниже аналогичного показателя для древостоев ели, пихты и бука Центральной Европы. Для лесов Башкирии по данным Р.Ш. Кашапова (2002), УдЧПП составила 4,0, а по данным В.А. Усольцева с соавторами (2009) 6,8 %. Для подзоны южной тайги в Бурятии этот показатель установлен на уровне 1,1 (Тулохонов и др., 2006), а для основных лесных формаций Китая 12,0% (Fang et al., 1996).

Таблица 10

Зависимость надземной УдЧПП (кг/кг) древостоев лесобразующих пород от возраста (Гульбе и др., 2010)

Возраст, лет	Древесная порода					
	Сосна	Ель	Дуб	Береза	Осина	Ольха
10	0,317	0,258	0,322	0,319	0,261	0,232
20	0,150	0,139	0,161	0,155	0,145	0,126
30	0,097	0,096	0,108	0,101	0,103	0,088
40	0,071	0,074	0,081	0,075	0,080	0,068
50	0,056	0,061	0,065	0,059	0,066	0,056
60	0,046	0,052	0,054	0,049	0,057	0,048
70	0,039	0,045	0,046	0,042	0,050	-
80	0,033	0,040	0,040	0,036	0,045	-
90	0,029	0,036	0,036	0,032	-	-
100	0,026	0,033	0,032	0,029	-	-
110	0,024	0,030	0,029	0,026	-	-
120	0,022	0,028	0,027	-	-	-
130	0,020	0,026	0,025	-	-	-

Таким образом, относительная стабильность возрастного тренда удельной продуктивности древостоев (см. **рис. 41**) имеет региональный характер, однако, даже в пределах одного экорегиона названный показатель может различаться в несколько раз. Кроме того, эта видимая стабильность не подтверждена статистически и не обоснована методологически.

Поэтому данный показатель должен исследоваться на основе многофакторного регрессионного моделирования в географическом аспекте. Унифицированный характер относительного изменения фитомассы сосняков (см. **рис. 42**) можно объяснить тем, что в данном случае не учтен ежегодный отпад фракций фитомассы, который может различаться в сосняках разных типов леса и в разных климатически специфичных экорегионах.

На начальном этапе географически ориентированных исследований УдЧПП регрессионные модели для ее исходных составляющих (фитомассы и ЧПП) рассчитывались отдельно по соответствующим исходным массивам фактических данных, при этом первые по объему обычно в несколько раз превышали вторые, включающие показатели не только ЧПП, но и фитомассы, полученные одновременно на одной и той же пробной площади (Усольцев и др., 2014, 2015а; Usoltsev et al., 2014).

При расчете моделей использовался рекурсивный принцип: уравнения для фитомассы строили по большему (более репрезентативному) массиву и табулировали их по задаваемым (возраст) и расчетным (густота, запас и др.) показателям, а уравнения для ЧПП рассчитывали по меньшему (менее репрезентативному) массиву, и в них, кроме выше упомянутых независимых переменных включались показатели фитомассы. Тем самым, и соответствующие модели имели разную степень репрезентативности. Но когда результаты расчета ЧПП по уравнениям накладывались на результаты расчета фитомассы по соответствующим уравнениям с использованием рекурсивного принципа, мы тем самым поднимали репрезентативность полученных значений ЧПП до уровня репрезентативности расчетных значений фитомассы.

По изложенному алгоритму была выполнена оценка годичного депонирования углерода лесами Уральского региона на лесопокрытой площади 106 млн. га (Усольцев, 2007; Усольцев и др., 2010). Иной метод использовали А.З. Швиденко с соавторами (2007): они оценивали ЧПП (и депонируемый углерод) как производную от полной производительности фитомассы (включая отпад и опад) по соответствующим таксационным нормативам. Оценку фотосинтетического стока углерода по методу хлорофиллового индекса выполнили П.Ю. Воронин с соавторами (2004). Поскольку расхождения результатов, полученных по трем альтернативным алгоритмам, находились в пределах 8 %, можно считать, что каждый из них адекватен и дает воспроизводимые результаты.

Иная ситуация складывается при оценке УдЧПП по расчетным значениям фитомассы и ЧПП. В этом случае мы делим значения ЧПП, полученные по соответствующим регрессионным моделям (меньший массив), на значения фитомассы, полученные по регрессионным моделям, рассчитанным по исходным данным, 70-80% которых охватывают совсем другие пробные площади из разных экорегионов (большой массив). В результате возможны смещения, обусловленные тем, что числитель и знаменатель

УдЧПП представлены несопоставимыми исходными данными разной репрезентативности.

Возможно, поэтому применение подобного алгоритма оценки УдЧПП в трансконтинентальных климатических градиентах березняков (Норицина, 2009; Усольцев и др., 2015а), ельников (Usoltsev et al., 2014), лиственничников (Усольцев и др., 2014; Usoltsev et al., 2015) и сосняков (Усольцев и др., 2015б) дало противоречивые результаты. Некоторые неопределённости могли быть обусловлены и тем, что исходные данные позиционировались по разным картам-схемам: по зональному градиенту - как карта распределения суммы эффективных температур  $S$ . Тукканена для Северной Евразии (Tuhkanen, 1984), так и карта-схема зональных поясов всей Евразии (Алисов, Полтараус, 1974), а по градиенту континентальности климата использовались различные карты изоконт, составленные, в частности, А.А. Борисовым по формуле В. Ценкера (1967), С.П. Хромовым (1957) и Л.Г. Полозовой (1954).

В настоящей главе предпринята попытка проанализировать географические аспекты УдЧПП названных древесных пород с использованием алгоритма, унифицированного для разных древесных пород, т.е. по материалам только тех пробных площадей, на которых были получены данные как фитомассы, так и ЧПП, позиционированные в трансконтинентальных градиентах по одним и тем же картам-схемам (Хромов, 1957; Алисов, Полтараус, 1974). В основу исследования положен метод регрессионных оценочных моделей УдЧПП по укрупнённым показателям фитомассы: надземной (листва, ветви и стволы), подземной и нижнего яруса, включающего живой напочвенный покров, подлесок и подрост.

Известно, что отсутствие количественных критериев при установлении типа леса обуславливает трудности с его идентификацией и субъективность при выделении того или иного типа леса. Под количественной оценкой типов леса понимается «построение информативной системы из минимального количества их признаков, которые репрезентативно и численно отражают закономерности формирования типов леса» (Чернявский, 1985). Анализ сходства 50 типов леса, выполненный Н.В. Чернявским, показал, что их надежное диагностирование возможно по нескольким числовым показателям, одним из которых является относительный прирост фитомассы, т.е. УдЧПП.

УдЧПП представляет одну из важнейших характеристик функционирования лесных экосистем, а ее обратная величина (отношение фитомассы к ЧПП) показывает, за какое время поток ЧПП создает наличный запас фитомассы (Одум, 1975; Базилевич, Титлянова, 2008). УдЧПП, в отличие от ЧПП, представляет собой относительный показатель, а таковые в ряде случаев предпочтительнее использовать в целях всесторонней характеристики лесных сообществ. Они обычно более стабильны, чем абсолютные, и по сравнению с последними позволяют выявить общие (видоспецифичные)

закономерности продукционного процесса и его возрастной динамики в лесных экосистемах (Гульбе и др., 2010).

Анализ литературных источников показал отсутствие какой-либо информации о трансевразийских градиентах УдЧПП лесобразующих пород.

## 2. Методы, результаты моделирования и их обсуждение

Для анализа климатически обусловленной географии УдЧПП лесобразующих пород Евразии нами использованы те же фактические данные о ЧПП и фитомассе насаждений (Usoltsev, 2013), что и в главе 1 (см. **рис. 16, 17, 18**). Положение пробных площадей на физической карте Евразии показывает, что фактически ими охвачена вся покрытая лесом территория Евразии в пределах ареалов древесных пород (см. **рис. 16**). Кедровые сосны (5-хвойный подвид *Haploxylon*, куда вошли *Pinus sibirica* Du Tour, *P. koraiensis* S. et Z. и *P. pumila* (Pall.) Regel) в данном разделе, как и в главе 1, анализируются отдельно и по другой методике по причине недостаточного количества фактических данных ЧПП и фитомассы - всего 50 определений.

Исходные положения моделирования и полученные в результате регрессионного анализа соотношения должны иметь эколого-географическое истолкование. УдЧПП, как одна из характеристик биологической продуктивности лесов определяется климатическими факторами, но лишь в первом приближении, поскольку есть еще онтогенетический, ценотический, эдафический и другие уровни ее изменчивости. Поэтому в регрессионные уравнения в качестве «объясняющих изменчивость» независимых переменных мы включаем, наряду с климатическими параметрами, возраст и запас древостоя. Последний является интегральным показателем, учитывающим ценотические и эдафические особенности лесных экосистем в том или ином экорегионе.

Выполнен многофакторный регрессионный анализ климатически обусловленной (географической) ординации запаса стволовой древесины и УдЧПП лесных экосистем согласно рекурсивной системе уравнений (стрелкой показана последовательность расчетов):

$$M = f(A, Zon, IC) \rightarrow RZi = f(A, M, Zon, IC), \quad (21)$$

где  $A$  – возраст древостоев, лет;  $M$  – запас древесины, м<sup>3</sup>/га;  $RZi$  – УдЧПП  $i$ -й фракции ( $RZa$ ,  $RZr$  и  $RZu$ , соответственно: надземной, подземной и нижнего яруса), %;  $Zon$  – порядковый номер зонального пояса (см. **рис. 17**);  $IC$  – индекс континентальности климата, % (см. **рис. 18**). Естественные сосняки и культуры анализируются совместно в предположении, что при одном и том же возрасте различие их морфоструктуры и продукционных показателей учитывается разной густотой и соответственно - разным запасом стволовой древесины.

Расчет регрессионных коэффициентов «цепочки» уравнений (21) выполнен в следующей последовательности: вначале рассчитывается уравнение для  $M$  в системе (21) с использованием независимых переменных  $A$ ,  $Zon$  и  $IC$  и затем уравнения для УдЧПП фитомассы  $RZi$  той же системы (21) с использованием тех же независимых переменных  $A$ ,  $Zon$  и  $IC$ , а также переменной  $M$ , статус которой сменился, и ранее зависимая переменная на данном этапе стала независимой (по рекурсивному принципу).

В результате получены характеристики уравнений (21), приведенные в табл. 11.

Таблица 11

## Характеристика уравнений (21)

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (21)								
	$a_0$	$a_1$ ( $\ln A$ )	$a_2$ ( $\ln A$ ) <sup>2</sup>	$a_3$ ( $\ln M$ )	$a_4$ $\ln(Zon)$	$a_5$ ( $\ln Zon$ ) <sup>2</sup>	$a_6$ ( $\ln IC$ )	$R^2$	$SE$
Сосна, подвид <i>Pinus</i>									
$\ln(M)$	-2,7067	3,5449	-0,3609	-	2,2958	-0,9923	-0,3652	0,547	0,62
$\ln(RZa)$	10,399	-0,5633	-	-0,3203	0,4375	-	-1,1560	0,748	0,34
$\ln(RZr)$	8,5800	-0,9374	-	-0,1444	1,1613	-0,4903	-0,7641	0,762	0,36
$\ln(RZu)$	-14,95	-0,2203	-	-	0,5529	-	4,2177	0,409	0,41
Лиственница									
$\ln(M)$	0,4181	2,5984	-0,2573	-	1,6134	-	-0,6623	0,552	0,51
$\ln(RZa)$	5,0903	-0,5141	-	-0,1985	-	-	-	0,750	0,29
$\ln(RZr)$	28,906	-0,6806	-	-0,3333	-0,5149	-	-4,9679	0,525	0,66
$\ln(RZu)$	11,061	-0,4901	-	0,3341	-	-	-1,6670	0,207	0,91
Ель и пихта									
$\ln(M)$	5,2605	2,0501	-0,1905	-	0,5717	-	-1,2160	0,474	0,43
$\ln(RZa)$	4,3521	-1,6131	0,1220	-0,1923	0,0530	-	0,6748	0,880	0,22
$\ln(RZr)$	10,706	-0,7209	-	-0,1927	0,6481	-0,3419	-1,2683	0,806	0,37
$\ln(RZu)$	0,2172	-0,1902	-	0,0344	0,3051	-	0,7832	0,560	0,19
Береза									
$\ln(M)$	-0,479	1,6623	-0,1230	-	4,5795	-2,1127	-0,3649	0,651	0,44
$\ln(RZa)$	2,8881	-1,2637	0,1111	-0,1368	0,2305	-	0,6887	0,783	0,22
$\ln(RZr)$	2,2616	-0,7149	-	-0,0473	0,7502	-0,3037	0,4283	0,849	0,15
$\ln(RZu)$	1,8521	-2,3154	0,2865	0,1143	1,0846	-0,3913	1,1568	0,425	0,27
Осина и тополи									
$\ln(M)$	2,1880	-2,0080	0,3013	-	-4,8814	2,3009	1,8683	0,323	0,39
$\ln(RZa)$	4,2685	-1,3681	0,1116	-	-0,4382	0,2132	0,4050	0,761	0,13
$\ln(RZr)$	5,0696	-0,8351	-	-	-0,3733	0,1719	-	0,842	0,13
$\ln(RZu)$	1,9465	2,0541	-0,2534	0,0940	0,9321	-0,4469	-0,7417	0,238	0,16
Дуб									
$\ln(M)$	3,6806	0,9796	-	-	-3,6881	1,4554	-0,1331	0,376	0,56
$\ln(RZa)$	-1,929	0,7199	-0,1275	-0,3819	0,9479	-0,3657	1,0297	0,818	0,18
$\ln(RZr)$	7,4108	-0,9438	-	0,0466	-1,3657	0,6046	-0,3725	0,927	0,11
$\ln(RZu)$	-15,65	1,5478	-0,1934	-0,1681	2,9435	-1,3671	3,4573	0,653	0,21

В уравнениях, приведенных в табл. 11, за редким исключением, все регрессионные коэффициенты при независимых переменных значимы на уровне вероятности  $P_{95}$ , что свидетельствует об их адекватности и воспроизводимости результата.

Путем последовательного табулирования уравнений (21), приведенных в табл. 11, получены возрастные тренды искомых величин для каждого зонального пояса и в зональных поясах – для индексов континентальности климата в пределах от 55 до 95. Окончательные результаты, полученные в виде таблицы возрастных трендов изменения УдЧПП по зональным поясам и в пределах каждого – в связи с задаваемыми значениями индекса континентальности, приведены в приложении 8.

Из упомянутых таблиц для 3-го зонального пояса и индекса континентальности, равного 75, взяты и представлены в виде графиков возрастные тренды запасов стволовой древесины (рис. 43а) и УдЧПП надземной, подземной и нижнего яруса (рис. 43б, в, г).

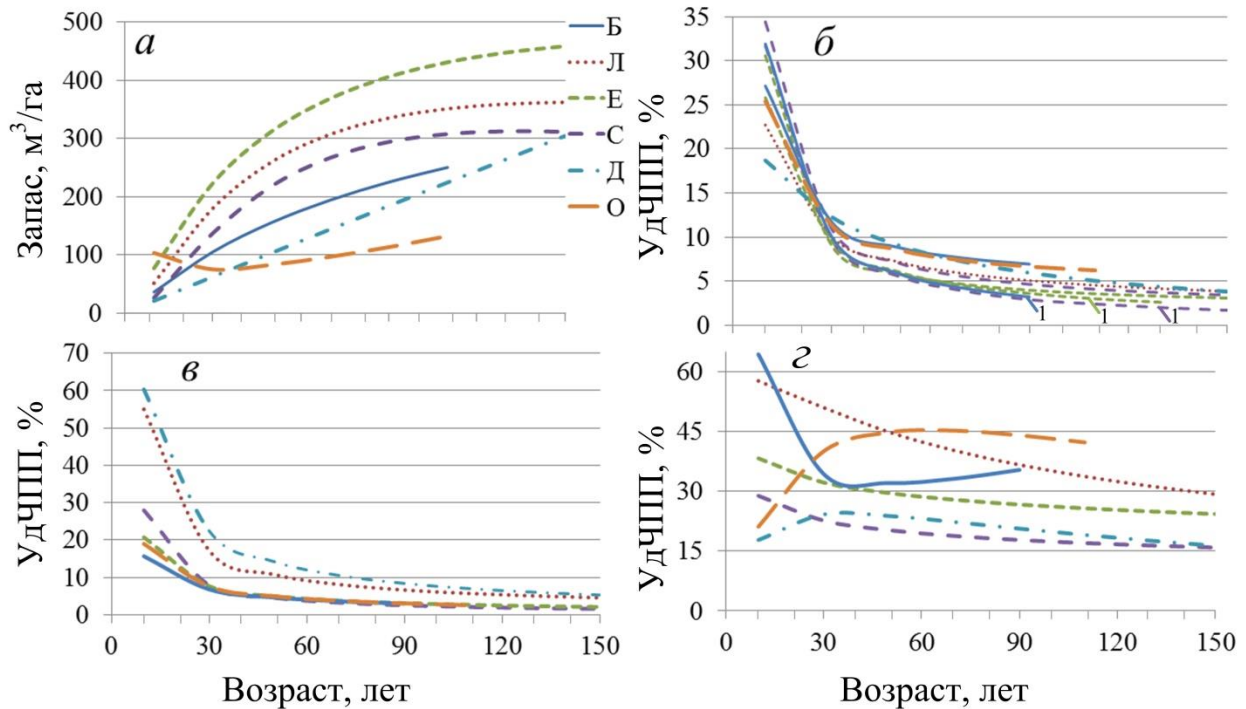


Рис. 43. Возрастная динамика расчетных значений запаса стволовой древесины (а) и УдЧПП надземной (б), подземной (в) и нижнего яруса (г). Обозначения древесных пород здесь и далее: С – сосна, Л – лиственница, Е – ель и пихта, Б – берёза, Ос – осина и тополи и Д – дуб. Цифрой 1 отмечены графики возрастной динамики надземной УдЧПП сосняков, ельников и березняков, построенные по данным таблицы Я.И. Гульбе с соавторами (2010).

Наибольшими запасами отличаются елово-пихтарники, далее в порядке убывания следуют лиственничники, сосняки, березняки, дубовые и осиновые древостой. Показатели надземной УдЧПП на графиках, построенных по нашим материалам и по данным Я.И. Гульбе с соавторами (2010), практически не различаются. УдЧПП корней наибольшая в лист-

венничниках и дубовых древостоях, а по остальным породам в возрастном диапазоне от 30 до 150 лет все тренды сливаются в один общий. УдЧПП нижнего яруса монотонно снижается с возрастом в лиственничниках, ельниках и сосняках, при этом наибольшими величинами характеризуются лиственничники, за ними в порядке убывания следуют елово-пихтарники и сосняки. Специфичный тренд УдЧПП наблюдается в березняках, осинниках и дубовых древостоях (рис. 43з).

Далее из расчетных возрастных трендов первого звена рекурсивной системы уравнений (21) взяты значения запаса стволовой древесины в возрасте 100 лет для хвойных и 50 лет – для березняков и построены графики его зависимости от порядкового номера зонального пояса при индексе континентальности климата территории, равном 75, и от индекса континентальности климата в 3-м зональном поясе (рис. 44 а,б).

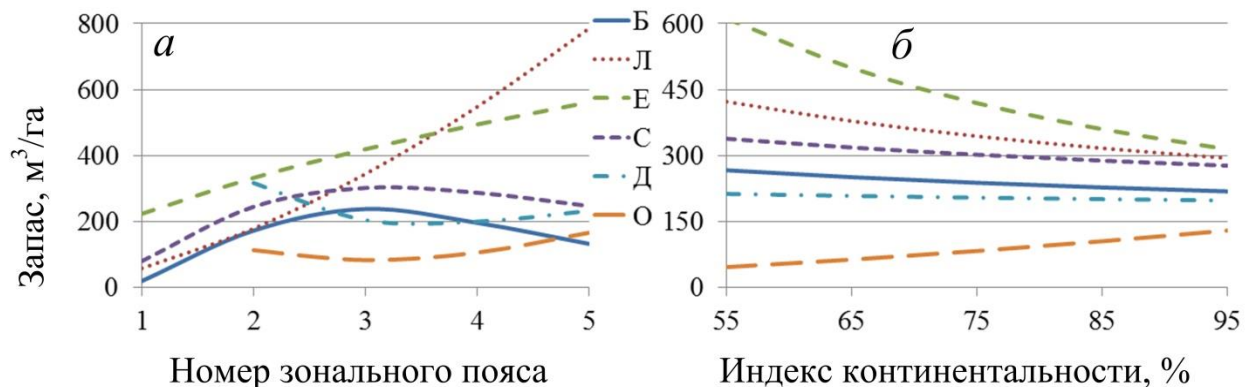


Рис. 44. Связь расчётных значений запаса древесины в возрасте 100 лет для хвойных и дубовых древостоев и 50 лет для березняков и осинников с зональной принадлежностью при индексе континентальности 75 (а) и с индексом континентальности в 3-м зональном поясе (б).

По мере возрастания континентальности климата в пределах южного умеренного зонального пояса происходит снижение расчетных величин запаса древостоев всех пород, наиболее интенсивное в ельниках и незначительное – в сосняках и березняках. Исключение составляют дубовые и осиновые древостои, в которых тренды, напротив, возрастающие. По зональному градиенту наблюдается монотонное нарастание запасов в лиственничниках и елово-пихтарниках и изменение по колоколообразной кривой в сосняках и березняках с максимумом в умеренном зональном поясе и минимумом в дубовых и осиновых древостоях. Снижение древесных запасов сосны и берёзы в субтропическом и суббореальном поясах, возможно, обусловлено вертикальной зональностью: древостои здесь поднимаются в горы до 2-3 тыс. м над уровнем моря.

По аналогии с запасами, из расчетных возрастных трендов второго звена рекурсивной системы (21) взяты значения УдЧПП фракций фитомассы в возрасте 100 лет для хвойных и 50 лет – для березняков и построены соответствующие графики (рис. 45). Из этих графиков очевидно, что УдЧПП надземной фитомассы (I), корней (II) и нижнего яруса (III) для ле-



сообразующих пород Евразии не имеют каких-либо общих закономерностей как в зональном градиенте, так и в градиенте континентальности.

Таким образом, мы сталкиваемся с существенной неопределенностью при интерпретации динамики УдЧПП разных древесных пород в трансконтинентальных градиентах. Показатель УдЧПП, как было упомянуто выше, представляет важную характеристику функционирования лесных экосистем как количественное выражение скорости обновления органического вещества фитомассы (Базилевич и др., 1986). УдЧПП показывает удельную скорость процесса: как быстро «работает» или «превращается» один грамм вещества (Keeling, Phillips, 2007; Базилевич, Титлянова, 2008). Но может ли идти названный процесс у разных древесных пород в противоположных направлениях по одному и тому же климатическому градиенту?

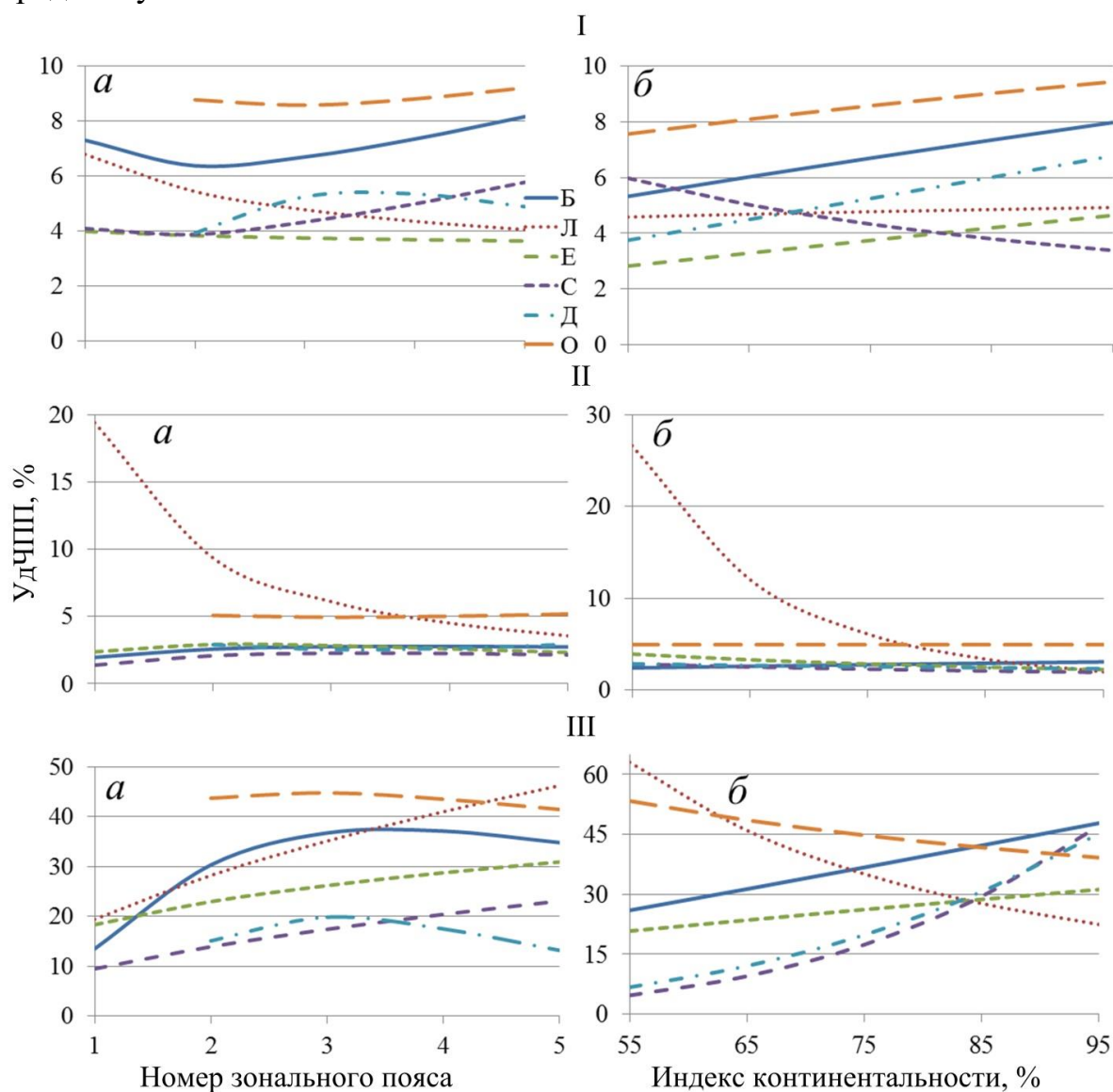


Рис. 45 Связь расчётных значений УдЧПП надземной фитомассы (I), корней (II) и нижнего яруса (III) в возрасте насаждений 100 лет для хвойных и дубовых и 50 лет для березняков и осинников с зональной принадлежностью при индексе континентальности 75 (а) и с индексом континентальности в 3-м зональном поясе (б).



Частично эту неопределенность можно объяснить тем, что анализировались, во-первых, не только чистые, но и смешанные древостои с различным участием пород, и, во-вторых, разные экорегионы были представлены разными родами (например, пихта сибирская – *Abies sibirica* Ldb. и пихта китайская - *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) или разными видами в пределах рода (например, ель европейская в Германии и ель Вильсона в лесах Китая). Совместный географический анализ разных древесных пород, как уже упоминалось, был вызван невозможностью их расчленения по экорегионам (например, при совместном произрастании ели и пихты в бореальной зоне), а также невозможностью произрастания одной и той же древесной породы на территории всей Евразии (например, пихт европейской, сибирской, китайской), в результате чего ареалы той или иной древесной породы были приурочены к определенным экорегионам.

Действительно ли УдЧПП означает «скорость превращения органического вещества» или, в других терминах, интенсивность круговорота веществ (элементов питания), поскольку рассчитывается как отношение ЧПП к наличной фитомассе без учета ее отпада и опада? Может быть, это определение в большей мере соответствовало бы действительности, если вместо наличного запаса фитомассы в формулу УдЧПП включать производительность фитомассы, т.е. наличную фитомассу плюс весь ее отпад и опад на тот или иной момент времени? Может быть, в данном случае мы наблюдаем два взаимосвязанных «скоростных» процесса, а именно - приходную и расходную составляющие единого процесса круговорота веществ?

Действительно, если потенциальная (предельная) ЧПП и производительность фитомассы (сумма наличной фитомассы и ее отмершей части на данный момент времени), определяемые при прочих равных условиях (например, возраста) тепло- и влагообеспеченностью местообитания, стабильны, а УдЧПП при тех же условиях возрастает, это должно означать, что одна из составляющих производительности фитомассы, а именно наличная фитомасса, включенная в знаменатель формулы УдЧПП, снижается. Это означает также, что вторая составляющая производительности фитомассы, а именно отмершая ее часть (мортмасса), увеличивается, а при условии стабильности лесной экосистемы должна возрасти и скорость ее разложения.

Теоретически в условиях климаксовой экосистемы скорость продуцирования (УдЧПП) и скорость разложения накопленных детритов (Титлянова, Тесаржова, 1991; Мухин, 1987; Германова, 2000; Тарасов, 2002; Сафонов, 2006) взаимно уравниваются. Однако в реальных условиях баланс «входа» и «выхода» в экосистемах разных пород либо «сильно плюсовый», либо «сильно минусовый» (Ведрова, 2005; Бобкова и др., 2006; Пристова, 2006; Базилевич, Титлянова, 2008). Возможно, если в данном климатическом градиенте УдЧПП одной древесной породы в климак-

совом состоянии возрастает, а другой породы при тех же условиях снижается, то скорости разложения детрита у соответствующих древесных должны меняться местами, но реально ли такое?

Известны неопределенности и недостатки баз данных о фитомассе и ЧПП лесных насаждений (Usoltsev, 2007). Тем не менее, установлены статистически значимые закономерности изменения приходной части углеродного цикла по климатическим градиентам на основе математико-статистических методов (Усольцев, 2014б). Но по оценке запасов мортмассы и скорости ее разложения в экосистемах древесных пород информация сегодня настолько мала, что какая-либо статистически значимая географическая закономерность в изменении скорости разложения мортмассы невозможна. Если при оценке ЧПП на глобальном уровне установлены зависимости ее от климатических факторов (Lieth, 1974; Huston, Wolverton, 2009), то при оценке экосистемной продукции (разности между ЧПП и «дыханием» мортмассы) подобные зависимости статистически не значимы (Luysaert et al., 2007).

Пока нет возможности совместить и сопоставить закономерность изменения УдЧПП со скоростью разложения детрита. Можно лишь подтвердить или отвергнуть те или иные географические (климатически обусловленные) закономерности изменения УдЧПП на примере других древесных пород, а также по мере пополнения баз данных по анализируемым породам.

### 3. Географические закономерности изменения УдЧПП насаждений 5-хвойных сосен (кедров) на территории Азии

#### 3.1. Исследование межвидовых различий в структуре УдЧПП древостоев кедровых сосен

По аналогии с исследованием межвидовых различий кедровых сосен по фитомассе и ЧПП, рассмотрим наличие или отсутствие их различий по УдЧПП. Для этого в регрессионные уравнения включена бинарная переменная  $X$  (Дрейпер, Смит, 1973), посредством которой кодируется видовая принадлежность насаждений пробных площадей:  $X$  принята равной 0 для кедра сибирского и равной 1 - для кедра корейского. Принята структура уравнений для УдЧПП:

$$\ln M = f(\ln A, X) \rightarrow \ln(RZi) = f(\ln A, \ln M, X). \quad (22)$$

Первое звено регрессионной системы (22) представлено ранее рассчитанным уравнением (11). Обозначения переменных в (22) аналогично уравнениям системы (10) в главе 1.

Расчет констант второго звена регрессионной системы (22) для УдЧПП ( $RZi$ ) показал, что запас древостоя  $M$  статистически не значим ни

для одной фракции фитомассы:  $t_{факт}$  составил для стволов 0,19; для ветвей 0,29; для хвои 1,05; для нижнего яруса 1,02; для корней 0,27; для надземной фитомассы 1,23 и для общей фитомассы 1,18, что во всех случаях ниже табличного значения  $t_{05} = 2,0$ .

Результаты расчета уравнений системы (22) для УдЧПП сведены в табл. 12. Путем табулирования названных уравнений составлена таблица возрастной динамики УдЧПП кедров сибирского и корейского (табл. 13).

Таблица 12

## Характеристика уравнений (22) для УдЧПП кедровников

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (22)			$R^2$	SE
	$a_0$	$a_1 (\ln A)$	$a_3 X$		
$\ln(RZ_S)$	-0,4392	-0,8209	0,8092	0,965	0,14
$\ln(RZ_F)$	-3,3214	0,3919	0,6810	0,875	0,15
$\ln(RZ_B)$	0,6763	-0,8881	0,0206	0,939	0,17
$\ln(RZ_R)$	0,6770	-0,8494	-0,1870	0,974	0,13
$\ln(RZ_U)$	-0,1444	0,0024	-0,7058	0,999	0,004
$\ln(RZ_A)$	-0,5593	-0,5731	0,4513	0,703	0,33
$\ln(RZ_T)$	-0,7025	-0,6091	0,6050	0,982	0,08

Таблица 13

## Таблица возрастной динамики УдЧПП (%) кедров сибирского и корейского

Возраст, лет	Запас, м <sup>3</sup> /Га	Кедр сибирский						Запас, м <sup>3</sup> /Га	Кедр корейский					
		$RZ_S$	$RZ_F$	$RZ_B$	$RZ_R$	$RZ_A$	$RZ_T$		$RZ_S$	$RZ_F$	$RZ_B$	$RZ_R$	$RZ_A$	$RZ_T$
20	129	5,51	11,7	13,7	15,4	10,3	7,99	107	12,4	23,1	14,0	12,8	16,1	14,6
40	243	3,12	15,3	7,43	8,57	6,90	5,24	202	7,01	30,3	7,58	7,11	10,8	9,59
60	324	2,24	18,0	5,18	6,08	5,47	4,09	269	5,02	35,5	5,29	5,04	8,59	7,49
80	382	1,77	20,1	4,01	4,76	4,64	3,43	317	3,97	39,7	4,10	3,95	7,29	6,29
100	424	1,47	21,9	3,29	3,94	4,08	3,00	353	3,30	43,4	3,36	3,27	6,41	5,49
120	456	1,27	23,6	2,80	3,37	3,68	2,68	379	2,84	46,6	2,86	2,80	5,77	4,91
140	480	1,12	25,0	2,44	2,96	3,37	2,44	399	2,51	49,5	2,49	2,45	5,29	4,47
160	498	1,00	26,4	2,17	2,64	3,12	2,25	414	2,25	52,1	2,21	2,19	4,90	4,12
180	512	0,91	27,6	1,95	2,39	2,91	2,10	425	2,04	54,6	1,99	1,98	4,58	3,84
200	522	0,83	28,8	1,78	2,19	2,74	1,96	434	1,87	56,9	1,82	1,81	4,31	3,60
220	529	0,77	29,9	1,63	2,02	2,60	1,85	440	1,73	59,1	1,67	1,67	4,08	3,40
240	534	0,72	30,9	1,51	1,87	2,47	1,76	444	1,61	61,1	1,54	1,55	3,88	3,22

Судя по данным табл. 13, УдЧПП кедра корейского превышает такую же кедра сибирского в еще большей степени, чем ЧПП (см. табл. 5 в главе 1), а именно, по стволам, хвое, надземной и общей УдЧПП превышает

соответственно в 2,2; 2,0; 1,4 и 1,8 раза. Это означает, что скорость обновления органического вещества в фитомассе и, следовательно, интенсивность круговорота веществ, у кедра корейского значительно выше по сравнению с кедром сибирским.

### 3.2. Изменение УдЧПП кедровников по экорегионам Азии

Для регионального анализа УдЧПП кедровников принята структура уравнения, отличающаяся от (21 и 22):

$$\ln (RZ_i) = f(X_0, \dots, X_3, \ln A, \ln N, \ln M). \quad (23)$$

В качестве независимых переменных, объясняющих изменчивость УдЧПП разных экорегионов, в (23) включены три массобразующих показателя древостоев, т.е. возраст, густота и запас древесины. Расчет уравнений установлено, что запас древостоев статистически не значим ни по одной из фракций УдЧПП, и  $t_{факт}$  варьирует от 0,19 до 1,23, что значительно меньше табличного  $t_{05} = 2,0$ . Густота древостоев оказалась статистически значимой лишь для УдЧПП хвои и ветвей ( $t_{факт} = 2,3 \div 2,5 > t_{05} = 2,0$ ), лишь немного превышая табличное значение, а для УдЧПП ствола, корней и надземной фитомассы густота статистически не значима ( $t_{факт} = 0,8 \div 1,8 < t_{05} = 2,0$ ). На этом основании мы исключили переменные  $\ln N$  и  $\ln M$  из (23), и расчет выполнен согласно упрощенной структуре уравнения:

$$\ln (RZ_i) = f(X_0, \dots, X_3, \ln A), \quad (24)$$

характеристика которого дана в **табл. 14**. Путем табулирования уравнений (24) по задаваемым значениям возраста древостоев составлена таблица возрастной динамики УдЧПП кедров сибирского и корейского по четырем экорегионам (**табл. 15**).

По данным табл. 15 можно сделать вывод, что на всем исследованном возрастном интервале от 20 до 220 лет происходит снижение общей УдЧПП и УдЧПП составляющих фракций в древостоях кедра сибирского и корейского. По экорегионам наблюдается последовательное увеличение УдЧПП в направлении от средней тайги Урала (2,9 %) к южной тайге Западной Сибири (3,1 %) (кедр сибирский) и далее – к южной тайге (5,4 %) и затем к хвойно-широколиственным лесам (5,8 %) Китая (кедр корейский). Таким образом, в направлении от Урала до Китая происходит удвоение УдЧПП кедровников (**рис. 46**).

По фракционному составу наибольшая скорость обновления органического вещества в фитомассе и, следовательно, интенсивность круговорота веществ, у кедра сибирского в возрасте 100 лет свойственна хвое (21,5-22,1 %), существенно ниже (3,0-4,3 %) по ветвям и корням и наименьшая –

по стволам (1,5-1,8 %). Аналогичные показатели у кедр корейского составляют соответственно 27,4-47,7; 3,2-3,5 и 3,3-3,4 %.

Таблица 14

Характеристика уравнений (24) для УдЧПП кедровников

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (24)					$R^2$	SE
	$a_0$	$a_1(\ln A)$	$a_2 X_1$	$a_3 X_2$	$a_4 X_3$		
$\ln(RZ_S)$	-0,2245	-0,8704	0,1919	0,8531	0,8211	0,963	0,16
$\ln(RZ_F)$	-2,2397	0,1585	-0,0270	0,2145	0,7693	0,780	0,18
$\ln(RZ_B)$	0,7319	-0,8988	-0,0951	0,0427	-0,0351	0,941	0,18
$\ln(RZ_R)$	0,9273	-0,8844	-0,1535	-0,2597	-0,2605	0,967	0,17
$\ln(RZ_A)$	-0,6077	-0,5579	-0,3240	0,4159	0,4497	0,711	0,34
$\ln(RZ_T)$	-0,8124	-0,5930	0,0603	0,6286	0,6932	0,963	0,12

Таблица 15

Расчетные возрастные тренды УдЧПП кедровников (по материалам базы данных)

Возраст, лет	УдЧПП, %					
	$RZ_S$	$RZ_F$	$RZ_B$	$RZ_A$	$RZ_R$	$RZ_T$
Уральская провинция, средняя тайга						
20	5,89	17,12	14,08	10,24	17,87	7,51
40	3,22	19,11	7,55	6,95	9,68	4,98
60	2,26	20,38	5,24	5,55	6,76	3,91
80	1,76	21,33	4,05	4,72	5,24	3,30
100	1,45	22,10	3,31	4,17	4,30	2,89
120	1,24	22,74	2,81	3,77	3,66	2,60
140	1,08	23,31	2,45	3,46	3,20	2,37
160	0,96	23,80	2,17	3,21	2,84	2,19
180	0,87	24,25	1,95	3,01	2,56	2,04
200	0,79	24,66	1,78	2,83	2,33	1,92
220	0,73	25,04	1,63	2,69	2,14	1,81
Западносибирская равнинная провинция, южная тайга						
20	7,14	16,66	12,80	7,40	15,33	7,98
40	3,90	18,60	6,86	5,03	8,30	5,29
60	2,74	19,83	4,77	4,01	5,80	4,16
80	2,13	20,76	3,68	3,42	4,50	3,51
100	1,76	21,51	3,01	3,02	3,69	3,07
120	1,50	22,14	2,56	2,73	3,14	2,76
140	1,31	22,69	2,23	2,50	2,74	2,52
160	1,17	23,17	1,97	2,32	2,44	2,32
180	1,05	23,61	1,78	2,17	2,20	2,17
200	0,96	24,00	1,62	2,05	2,00	2,04
220	0,89	24,37	1,48	1,94	1,84	1,92

Северо-Восточный Китай, южная тайга						
20	13,82	21,22	14,69	15,52	13,78	14,08
40	7,56	23,68	7,88	10,54	7,47	9,33
60	5,31	25,25	5,47	8,41	5,22	7,34
80	4,14	26,43	4,23	7,16	4,04	6,19
100	3,41	27,38	3,46	6,32	3,32	5,42
120	2,91	28,18	2,94	5,71	2,83	4,87
140	2,54	28,88	2,56	5,24	2,47	4,44
160	2,26	29,50	2,27	4,86	2,19	4,10
180	2,04	30,06	2,04	4,55	1,97	3,83
200	1,86	30,56	1,85	4,29	1,80	3,59
220	1,71	31,03	1,70	4,07	1,65	3,40
Северо-Восточный Китай, хвойно-широколиственные леса						
20	13,39	36,95	13,59	16,05	13,77	15,02
40	7,32	41,24	7,29	10,90	7,46	9,96
60	5,15	43,98	5,06	8,70	5,21	7,83
80	4,01	46,03	3,91	7,41	4,04	6,60
100	3,30	47,69	3,20	6,54	3,32	5,78
120	2,81	49,09	2,72	5,91	2,82	5,19
140	2,46	50,30	2,36	5,42	2,46	4,74
160	2,19	51,38	2,10	5,03	2,19	4,38
180	1,98	52,34	1,89	4,71	1,97	4,08
200	1,80	53,23	1,72	4,44	1,80	3,83
220	1,66	54,04	1,57	4,21	1,65	3,62

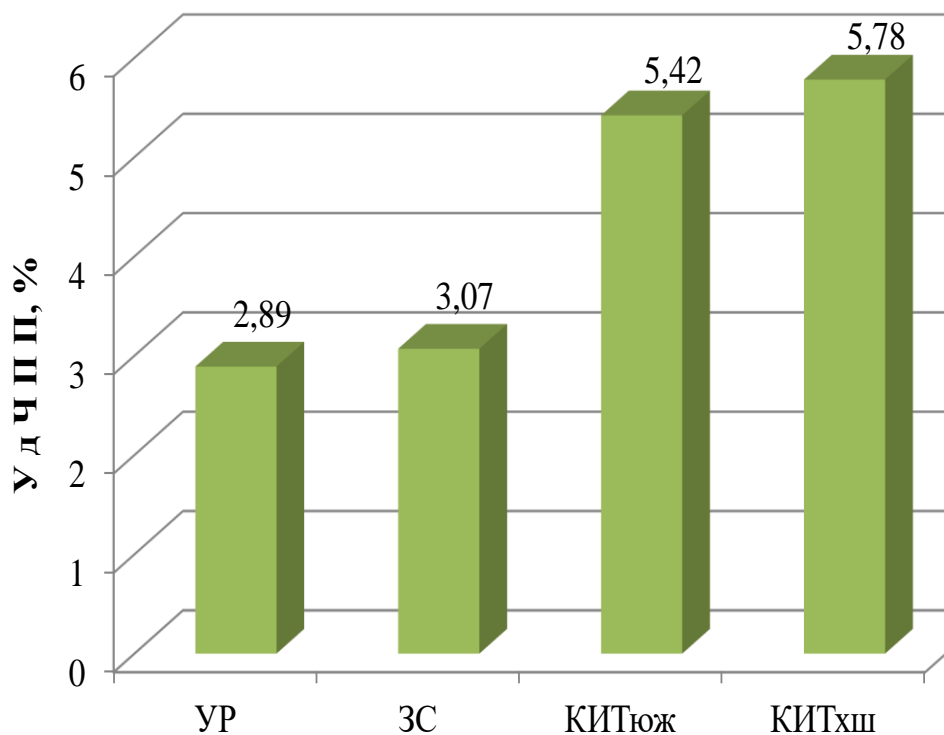


Рис. 46. Региональное изменение общей (надземной и подземной) УдЧПП кедровников в возрасте 100 лет. Обозначения см. в тексте (табл. 6).

### 3.3. УдЧПП насаждений кедрового стланика

В имеющихся публикациях по кедровостланикам (*Pinus pumila*) оценивалась чаще только фитомасса и редко – фитомасса и ЧПП. Выполнено лишь два исследования ЧПП и фитомассы в кедровостланиках (см. табл. 9): одно в России Т.М. Панченко (1985) и одно в Японии (Kajimoto et al., 1996). УдЧПП хвои и общая в кедровостланиках Японии превышают таковые на плакорах Колымы в 1,6 раза. При одинаковом возрасте кедровостлаников под пологом лиственницы на Колыме и на верхней границе леса в Японии общая УдЧПП кедровостлаников Японии превышает таковую кедровостлаников под пологом лиственницы на Колыме в 18 раз.

Имеющиеся данные о структуре фитомассы, ЧПП и УдЧПП кедровых сосен позволяют выявить некоторые межвидовые соотношения названных показателей. Эти соотношения не являются инвариантными и видоспецифичны в зависимости от рассматриваемого показателя. В частности, в 100-летнем возрасте общая ЧПП насаждений кедра сибирского и корейского больше, чем кедровостлаников на Колыме в 1,3-1,7 раза. По показателю УдЧПП закономерность меняется на противоположную: в 100-летнем возрасте УдЧПП по общей фитомассе в кедровостланике на Колыме в 3,5 раза превышает аналогичный показатель у кедра сибирского и вдвое – у кедра корейского. В 200-летнем возрасте превышение по ЧПП древостоев кедра сибирского и корейского над кедровостланиками на Колыме примерно 2-кратное, а по УдЧПП закономерность меняется на противоположную: превышение вторых над первыми по данному показателю варьирует от 2- до 3-кратного.

Общая ЧПП кедров сибирского и корейского в 40-летнем возрасте выше по сравнению с кедровостланиками Японии соответственно в 1,6 и 2,0 раза, но по общей УдЧПП, напротив, вторые превышают первые соответственно в 2,5 и 1,4 раза.

В кедровостланиковом 35-54-летнем подлеске, подверженном угнетению со стороны верхнего полога лиственницы, УдЧПП кедровостлаников составляет в среднем лишь 0,74 % (с отклонениями от 0,6 до 0,9 %), что в 7 раз ниже по сравнению с аналогичным показателем кедра сибирского и в 13 раз ниже, чем у кедра корейского в том же возрасте.

### Заключение по главе 2.

Таким образом, на основе сформированной базы данных ЧПП и фитомассы сосняков, лиственничников, елово-пихтарников, березняков, дубняков и насаждений *Populus* на территории от Великобритании до Японии и юга Китая установлены статистически значимые трансконтинентальные изменения УдЧПП надземной, подземной и нижнего яруса. Однако между древесными породами обнаружены существенные расхождения в полу-

ченных закономерностях, которым пока нет возможности дать приемлемое объяснение. По кедровым соснам, данные об УдЧПП которых представлены лишь для территории Азии и в недостаточном количестве, приведенные результаты имеют предварительный характер.

Если закономерности изменения ЧПП по зональному (сумма эффективных температур) и меридиональному (индекс континентальности климата) градиентам исследованы для некоторых древесных пород Евразии (Usoltsev et al., 2002), то для УдЧПП подобные закономерности неизвестны. Необходимы дальнейшие исследования.

Знание величины УдЧПП в насаждениях разного породного состава и морфоструктуры имеет не только научное, но и прикладное значение: зная величины УдЧПП и фитомассы, можно не на пробных площадях, а расчетным путем, получить значения ЧПП насаждения.



### ГЛАВА 3. ПРОДУКТИВНОСТЬ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА (ПАА) ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ЕВРАЗИИ

#### Общие замечания

##### 1. Взаимосвязь годичной продукции фитомассы с массой и поверхностью ассимиляционного аппарата

В главе 1 отмечалась взаимообусловленность взаимосвязи фитомассы и ЧПП чисто теоретическими предпосылками: фитомасса является непосредственной функцией годичной продукции, и оба показателя лимитируются одними и теми же экологическими факторами, такими как температура, обеспеченность влагой и элементами питания (Keeling, Phillips, 2007).

Аналогичная взаимообусловленность имеет место также между массой (поверхностью) ассимиляционного аппарата и годичной продукцией фитомассы дерева или древостоя. По-видимому, первым исследователем названного соотношения в 52-летнем еловом древостое был Роберт Гартиг (Hartig, 1896), установившим пропорциональную зависимость годичного прироста объема ствола от массы свежих охвоенных ветвей у деревьев всех классов Крафта (с I по V) (рис. 47).

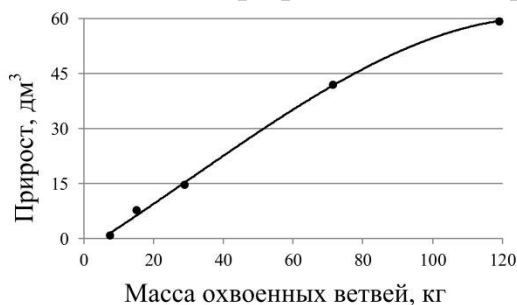


Рис. 47. Зависимость годичного прироста объема ствола от массы свежих охвоенных ветвей в 52-летнем ельнике Германии. Построена автором по фактическим данным Р. Гартига (Hartig, 1896).

Позднее Ларс Тирен (Tirén, 1927) на примере 105-летних деревьев сосны обыкновенной и Ганс Бургер (Burger, 1929) на примере 21-70-летних деревьев сосны Веймутовой подтвердили наличие тесной взаимосвязи годичной продукции фитомассы с массой и поверхностью ассимиляционного аппарата (рис. 48 и 49). Аналогичные результаты были получены на примере деревьев ели В. Буссе (рис. 50), деревьев лиственницы А.С. Яблоковым (1934б) (рис. 51), четырех древесных пород Японии Й. Тадаки (Tadaki, 1966) (рис. 52) и 76 деревьев в 10-летних плантациях сосны замечательной разной интенсивности и разных способов прореживаний на юге Африки (van Laar, 1976) (рис. 53).

А.С. Яблоков (1934а) для лиственниц в возрасте от 36 до 190 лет нескольких регионов европейской части России и Урала установил наличие линейной связи между массой хвои и текущим приростом ствола с коэффициентом корреляции от 0,780 до 0,970, Г.Ф. Витман и Р. Харланд (Weetman, Harland, 1964) для 65-летних деревьев ели чёрной в Канаде - 0,930, а М. Каджихара (Kajihara, 1982) для лиственницы японской разного возраста - 0,952, для криптомерии японской - 0,930 и для кипарисовика

туполистного – 0,933. К.Г. Керном для ели европейской и пихты белой в возрасте от 58 до 200 лет установлены аллометрические зависимости объёмного прироста ствола от массы хвои в абсолютно сухом состоянии, характеризующиеся корреляционными коэффициентами 0,96-0,99 (Kern, 1962)

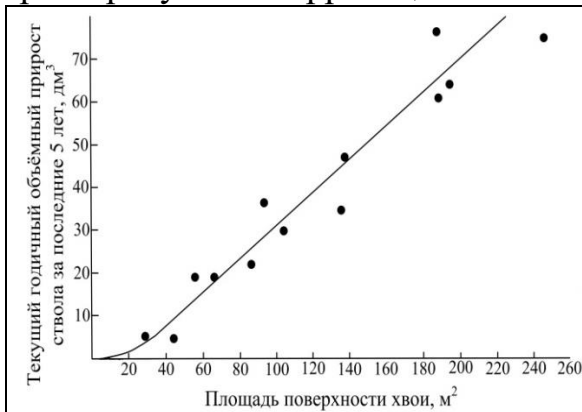


Рис. 48. Зависимость текущего годового объёмного прироста стволов 105-летней сосны обыкновенной от площади поверхности хвои (Tirén, 1927).

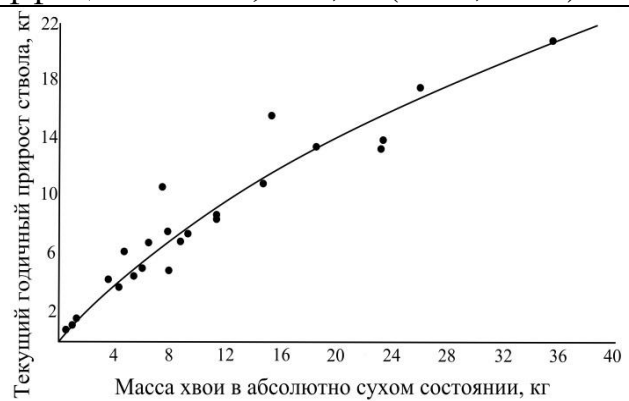


Рис. 49. Зависимость текущего годового прироста стволов деревьев сосны Веймутовой в возрасте от 21 до 70 лет от массы хвои в абсолютно сухом состоянии (Burger, 1929).

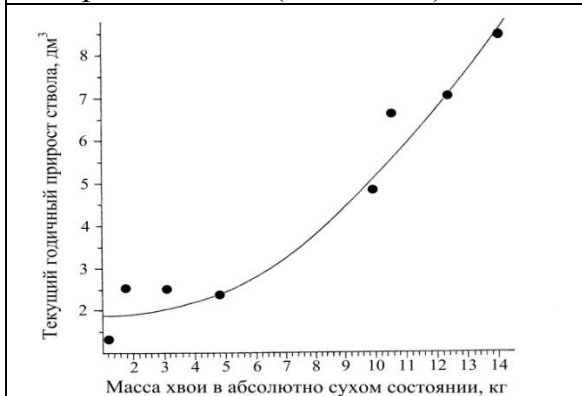


Рис. 50. Зависимость текущего годового прироста стволов 47-летних деревьев ели европейской разных классов роста от массы их хвои (Busse, 1930).

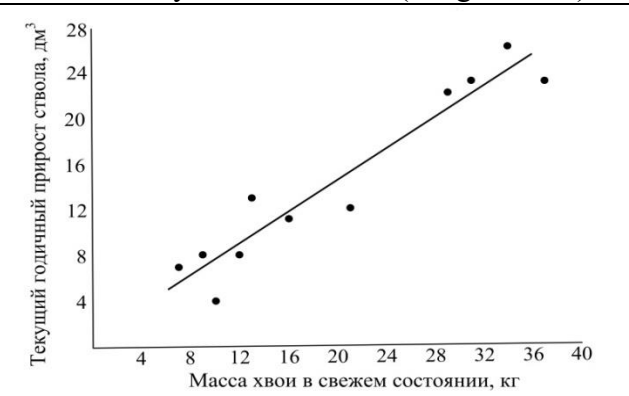


Рис. 51. Зависимость текущего годового прироста стволов 190-летних деревьев лиственницы Сукачёва на европейском Севере России от массы хвои (Яблоков, 1934б).

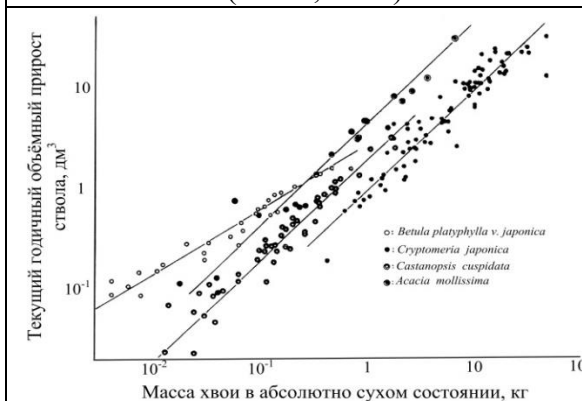


Рис. 52. Зависимость текущего годового объёмного прироста стволов деревьев в четырёх пород Японии от массы листвы в абсолютно сухом состоянии в лог-лог-координатах (Tadaki, 1966).

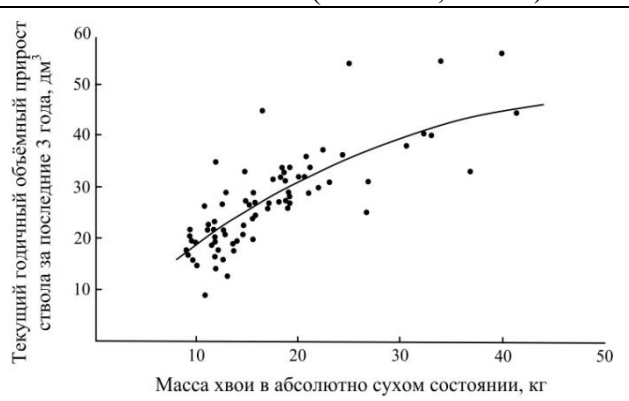


Рис. 53. Зависимость текущего объёмного прироста стволов деревьев в 10-летних плантациях сосны замечательной разных способов прореживаний на юге Африки от массы хвои (van Laar, 1976).

Линейную взаимосвязь между площадью поверхности листы и годичным приростом сухой массы ствола у 12-летних деревьев ясеня разных классов роста показал П. Бойсен-Енсен (Boysen Jensen, 1932), между массой хвой и годичным приростом объема ствола у 160-летних сосен - Альфред Денглер (Dengler, 1937), у сосны обыкновенной, сосны Банкса и дугласии – Дж. Киттредж (Kittredge, 1944), между массой листы и объемным приростом ствола у 18-летних дубов – А.А. Молчанов (1971), между массой хвой и годичным приростом массы ствола у 40-110-летних елей – К. Ванзелов (Vanselow, 1951) и у 93-летних елей – Б. Винс и А. Сика (Vinš, Šika, 1981).

Первые исследования аналогичных связей на уровне древостоя выполнялись путем измерения массы листового опада, сопряженного с годичным приростом древесины стволов на данной площади (Mork, 1944). В последующих исследованиях обычно использовался метод модельных деревьев. В результате многочисленных исследований показана связь годичного прироста фитомассы с листовой поверхностью или индексом листовой поверхности (LAI) на уровне древостоя (**рис. 54-61**).

В 1947 году К.М. Мёллер сделал обобщающее заключение: «Судя по имеющейся литературе, эти соотношения далеко не однозначны. В любом случае, очевидно, что простое соотношение между листовой и приростом, предполагаемое некоторыми исследователями и многими лесоводами, не существует, даже в случае отдельного одновидового древостоя» (Möller, 1947. С. 394). Причина состоит в том, что не учитываются многие определяющие это соотношение факторы: возраст, добротность местопроисхождения, густота, давность прореживания, опад и отпад фракций фитомассы.

В общем случае способность растительных сообществ аккумулировать органическое вещество зависит от степени перехвата солнечной энергии лесным пологом. Линейный характер связи прироста фитомассы с LAI соответствует условиям неполного перехвата солнечной энергии древесным пологом (**рис. 54, 56, 57, 58**) и по мере приближения уровня названного перехвата к 100%-му характер названной зависимости меняется с линейного на асимптотический либо колоколообразный (Loomis, Williams, 1963). Это подтверждается **рис. 55, 59, 60(1) и 61(2)**.

П. Джервис (Jarvis, 1985), исходя из предположения, что линейность соотношения NPP и перехваченной солнечной радиации не может соблюдаться при дальнейшем увеличении обеих переменных, вывел теоретические зависимости потенциальной продуктивности насаждений от LAI для двух вариантов характера распределения листы в пологе (**рис. 62**). Если величина LAI достаточна для перехвата 95 % доступной радиации, то дальнейшее увеличение LAI уже не оказывает заметного влияния на продуктивность, и любой прирост листы в верхней части полога повлечет за собой неизбежное отмирание листы в нижней части вследствие отсутствия там солнечной радиации.

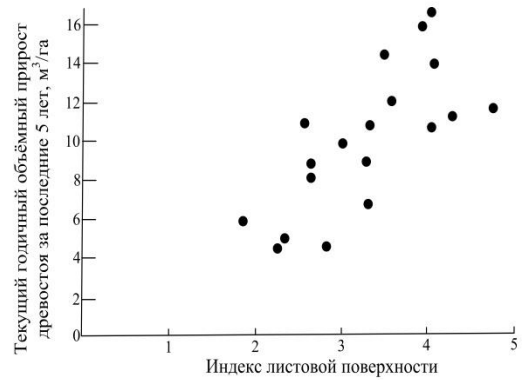


Рис. 54. Зависимость текущего годичного объёмного прироста древостоя тополя жёлтого за последние 5 лет (США) от индекса листовой поверхности (Madgwick, Olson, 1970).



Рис. 55. Колоколообразная зависимость годичного прироста площади сечения от одностороннего индекса LAI в перегушенных хвойных насаждениях (Waring, 1980).

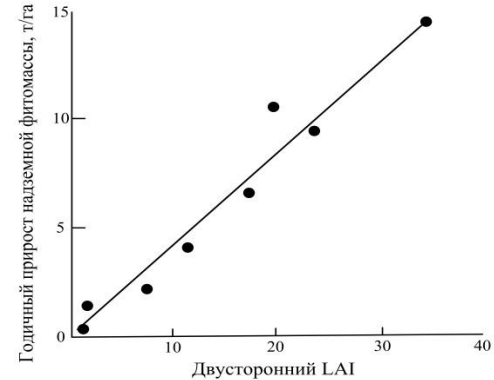


Рис. 56. Зависимость годичного прироста надземной фитомассы от двустороннего LAI для разных типов древесной растительности по высотному градиенту в Каскадных горах США (Gholz, 1982).

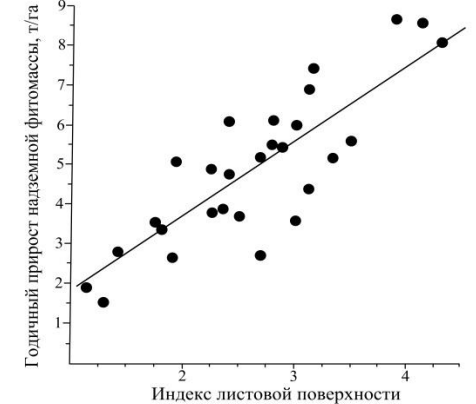


Рис. 57. Зависимость годичного прироста надземной фитомассы от LAI в 30-летних древостоях сосны Банкса (Канада) (Magnussen et al., 1986).

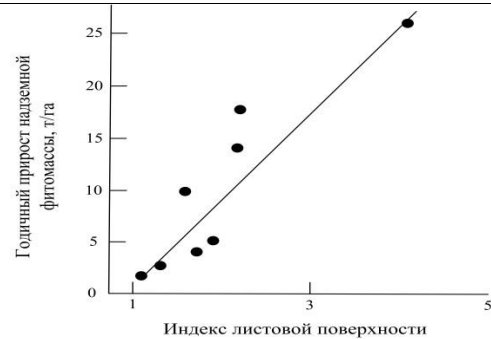


Рис. 58. Зависимость годичного прироста надземной фитомассы в 1-2-летних плантациях *Eucalyptus globulus* от LAI при разных вариантах удобрения и ирригации в Португалии (Pereira et al., 1989).

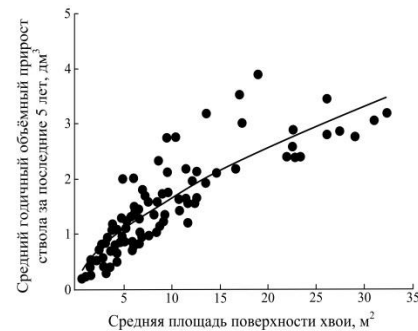


Рис. 59. Зависимость среднего годичного объёмного прироста ствола в древостоях *Pinus contorta* в США от средней площади поверхности хвои (Long, Smith, 1992).

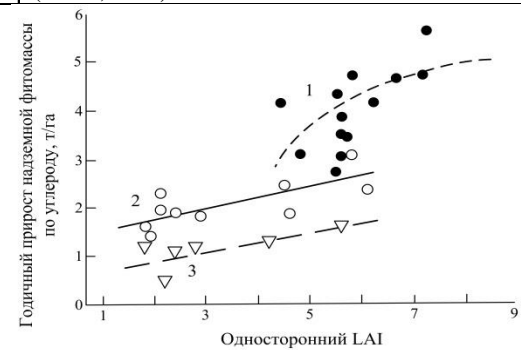


Рис. 60. Зависимость годичного прироста надземной фитомассы по углероду в листопадных (1), хвойных (2) древостоях умеренной зоны США (Fassnacht, Gower, 1997) и хвойных (3) бореальной зоны Канады (Gower et al., 1997) от одностороннего LAI.

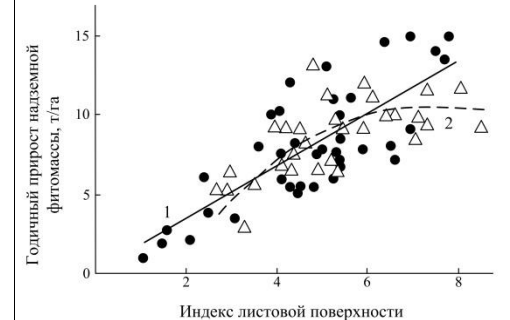


Рис. 61. Зависимость годичного прироста надземной фитомассы от LAI (1), полученная для насаждений умеренной зоны Северной Америки (треугольники) и по совокупности всех данных для Европы и Японии (кружки) (Bolstad et al., 2001). Отмеченные треугольниками данные отклоняются от среднего глобального тренда при LAI > 8 и связь прироста с LAI в этом случае скорее колоколообразная (2), нежели линейная.

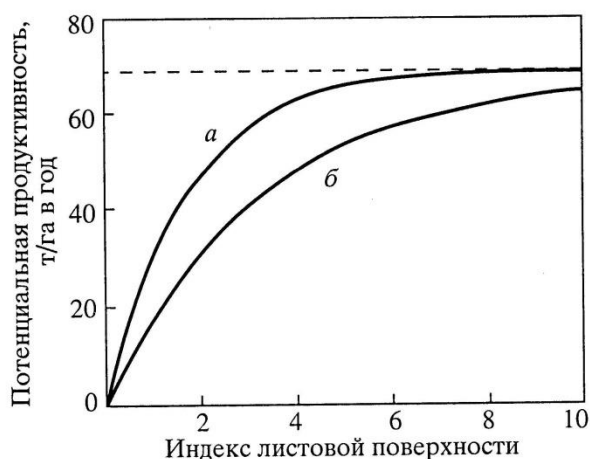


Рис. 62. Теоретическая зависимость годичного потенциального прироста фитомассы насаждений от LAI при случайном (а) и групповом (б) распределении листы в пологе. Пунктиром показана линия продуктивности, соответствующая полному перехвату солнечной энергии (Jarvis, 1985).

Физиологическая интерпретация изложенного материала позволила сделать вывод (Jarvis, Leverenz, 1983), что первичная продукция и фитомасса листы пропорционально приближаются к некоторым пределам. Эту пропорциональность можно выразить в терминах ежегодно поглощаемой листовой ФАР, эффективности фотосинтеза и количества ассимилятов, депонируемых в надземной фитомассе. По М. Кэннелу (Cannell, 1988, 1989), эта «энергетическая цепочка» завершается блоком опада и отпада.

## 2. Обзор результатов определения продуктивности ассимиляционного аппарата деревьев и древостоев

Как уже упоминалось выше, продуктивность ассимиляционного аппарата (ПАА) (foliage efficiency), определяемая величиной ЧПП, приходящейся на единицу массы ассимиляционного аппарата, является важной характеристикой продукционного процесса (как и ЧПП и УдЧПП). У истоков подобных исследований находились французский биолог А.Л. Дюамель дю Монсо (1700-1782) (Duhamel du Monceau, 1758), русский ботаник, академик Н.И. Железнов (1816-1877) (Geleznoff, 1875) и немецкий ученые Э. Эбермайер (Ebermayer, 1876) и Е. Кунклер (Councler, 1886).

В 1920-1950-е годы огромный объем исследований ПАА по основным лесообразующим породам Европы провёл швейцарский учёный Ганс Бургер (Burger, 1929, 1935, 1937, 1939a,b, 1940, 1941, 1942, 1945, 1947, 1948, 1950, 1951a,b, 1952, 1953). Позднее изучение ПАА продолжили А. Раттер (Rutter, 1957), В. Форрест и Дж. Овингтон (Forrest, Ovington, 1970), Т. Сато (Sato, 1970), Т. Фудзимори (Fujimori, 1971), Е. Форд (Ford, 1982), Х. Брикс (Brix, 1982), М. Кэннел с соавторами (Cannell et al., 1983), П. Каллио (Kallio, 1984), Е. Брёмс и Б. Аксельсон (Bröms, Axelsson, 1985), Йонас Сидаравичюс (1985), а в России – А.С. Яблоков (1934a,b), А.А. Молчанов (1952), Н.Ф. Полякова (1954), М.Я. Оскретков (1956), А.Г. Зыряев (1964), С.Н. Санников (1965), А.А. Иванчиков (1974), А.П. Андрущенко (1976), Е.Г. Чагина (1976), Н.И. Казимиров с соавторами (1977), Л.С. Пшеничникова (1978), В.Н. Габеев (1990), Н. Ле-Гоф и Дж. Отторини (Le Goff, Ottorini, 1996), В.А. Усольцев (1998), Усольцев и др. (2012) и др.

По-видимому, первым исследователем ПАА был Эрнст Эбермайер в Германии. В древостоях бука в возрасте от 30 до 120 лет им определен названный показатель (как отношение прироста запаса древостоя, включая корни и ветви, к массе листвы, полученной путем учета листового опада) в диапазоне от 0,81 до 1,06 (Ebermayer, 1876. С. 67). Первым исследователем, установившим зависимость ПАА от положения дерева в пологе древостоя, по-видимому, был Р. Гартиг (Hartig, 1896): для 52-летнего ельника он показал, что при изменении положения дерева в пологе древостоя от I к V классу Крафта ПАА (здесь: отношение прироста стволовой древесины к свежей массе охвоенных ветвей,  $\text{дм}^3/\text{кг}$ ) снижается с 0,50 до 0,099. Аналогичная закономерность установлена при исследовании ПАА (как отношения годовичного прироста ствола к абсолютно сухой массе ассимиляционного аппарата) в 16-летнем смешанном древостое разнотравно-брусничного типа леса: в диапазоне диаметра стволов от 7 до 1 см ПАА снижается у сосны с 0,66 до 0,34, у берёзы с 1,03 до 0,43 и у осины с 0,96 до 0,52  $\text{дм}^3/\text{кг}$ . В среднем у лиственных ПАА примерно в 1,5 раза выше, чем у сосны (Пшеничникова, 1978).

Несколько иную закономерность установил в сосняках Среднего Урала III-V классов возраста З.Я. Нагимов (1987): ПАА (отношение годовичного прироста ствола к свежей массе хвои,  $\text{дм}^3/\text{кг}$ ) у деревьев I класса Крафта составляет 0,54-0,82, несколько повышается у деревьев II класса – 0,58-0,88 и затем снижается до 0,31-0,53  $\text{дм}^3/\text{кг}$  у деревьев V класса Крафта.

Противоположную закономерность выявил А.А. Молчанов (1971), исследуя ПАА (как отношение прироста ствола к массе листвы в свежем состоянии) в сомкнутом 18-летнем древостое дуба: в диапазоне диаметра стволов от 9 до 2 см ПАА увеличивается от 9,2 до 12,4  $\text{дм}^3/\text{кг}$ . В возрастном диапазоне от 20 до 180 лет в средней тайге Карелии по данным Н.И. Казиминова с соавторами (1977) величина ПАА (отношение годовичного прироста стволов в абсолютно сухом состоянии к массе сухой хвои,  $\text{кг}/\text{кг}$ ) изменяется по колоколообразной кривой: с 20 до 50 лет в сосняке брусничном она возрастает с 0,46 до 0,64 и затем к возрасту 180 лет снижается до 0,19, а в сосняке черничном соответственно возрастает с 0,48 до 0,67 и затем снижается до 0,36.

В южной тайге Западной Сибири названный показатель в сосняке брусничном с 20 до 50 лет возрастает с 0,65 до 0,87, а затем к возрасту 140 лет снижается до 0,18; соответственно в сосняке разнотравном - возрастание с 20 до 50 лет с 0,67 до 0,96 и затем к возрасту 70 лет снижение до 0,66 (Габеев, 1990). В лесостепи Западной Сибири в сосняке брусничном тот же показатель в возрасте с 20 до 60 лет увеличивается с 0,60 до 0,71 и затем следует снижение к возрасту 120 лет до 0,15; в сосняке разнотравном в диапазоне 20-40 лет - увеличение с 0,70 до 0,85 с последующим снижением к возрасту 140 лет до 0,14 (Габеев, 1990). В сосняках Швеции (Albrektson, Valinger, 1985) в возрастном диапазоне от 20 до 90 лет максимум анало-

гичного показателя ПАА (0,76) приходится на возраст 40 лет и уменьшается как при снижении возраста до 20 лет (0,47), так и при его увеличении до 90 лет (0,65). В приведённых примерах очевидна сопряженность возрастной динамики ПАА с динамикой годичного прироста фитомассы (ЧПП) и, возможно, с напряженностью конкурентных отношений в древостоях.

В Среднем Приангарье в 70-95-летних сосняках тот же показатель варьирует в пределах от 0,75 до 1,2, т.е. его величина выше по сравнению с сосняками Карелии и Западной Сибири того же возраста (Кулагина, 1978). На крайнем Севере Западной Сибири в 45-летнем лиственничнике на плакорах названный показатель равен 0,92, а в том же возрасте в пойме р. Пур - 2,23; в 100-летних лиственничниках на плакорах он же составляет 0,10-0,67, а в пойме в возрасте 260 лет 0,47 и в возрасте 350 лет - 1,03 (Усольцев, 2007).

Известно также, что ПАА изменяется в сторону увеличения как в результате прореживаний древостоев, так и после внесения удобрений (Albrektson et al., 1977; Вrix, 1982). Величина ПАА всходов сосны в припыльминских борах Урала связана с эдафическими факторами: на гари, в бороздах и на подстилке в 1-й год она составляет соответственно 1,87; 2,52 и 2,39, а на 4-й год 1,53; 2,04 и 1,53 г/г (отношение годичного прироста сухого вещества растения к массе хвои в абсолютно сухом состоянии). Наивысшей ПАА обладают всходы в бороздах, причем с возрастом она снижается (Санников, 1965).

Ранее был предложен дендрометрический подход к изучению ПАА на основе совмещенной количественной характеристики флоэмного и ксилемного транспорта, опосредованной некоторыми дендрометрическими показателями (Усольцев, 1997, 1998). Было показано, что поскольку основная часть заболони выполняет функцию резервуара воды, фактическое влагопотребление на транспирацию ассимиляционного аппарата определяется соотношением зон транзита и депонирования воды в заболони, и чем выше доля зоны транзита воды в общей площади заболони, тем выше при прочих равных условиях масса хвои и соответствующая масса продуцируемых ею ассимилятов, основная часть которых депонируется в виде прироста объема (или в упрощенном варианте, прироста площади сечения заболони) ствола. Таким образом, изменение прироста ствола при неизменных значениях площади заболони и массы хвои характеризует изменение эффективности «работы» хвои, в том числе вследствие загрязнений.

Были исследованы показатели ПАА как отношения годичного прироста площади заболони на высоте груди, среднего за последние 5 лет, к массе хвои у сосен двух регионов: Тургайского прогиба в подзоне сухой степи, за тысячи километров от источников загрязнений, и района Среднего Урала (п. Северка, расположенный между Екатеринбургом и Среднеуральским медеплавильным заводом), в зоне критической экологической ситуации. Установлено, что в сосняках Среднего Урала величина ПАА на

17-18% ниже, чем в аналогичных сосняках Тургайского прогиба, что, по-видимому, связано с наличием загрязнений от СУМЗ (Усольцев, 1998).

Исследование названного показателя у деревьев ели и пихты в градиенте загрязнений от СУМЗ показало, что по мере приближения к заводу с 30 (контроль) до 1 км ПАА снижается соответственно в 2,1 и 1,5 раза независимо от их возраста. Аналогичным изучением ПАА деревьев берёзы и сосны в градиенте загрязнений от Карабашского медеплавильного комбината в Челябинской области установлено, что по мере приближения к КМК с 30 (контроль) до 4 км (граница мёртвой зоны) ПАА снижается соответственно на 25 и 43% независимо от возраста (Усольцев и др., 2012). Существенное снижение ПАА как отношения объемного прироста ствола к массе хвои выявлено у деревьев сосны обыкновенной в районе завода азотных удобрений в Литве: по мере приближения к заводу с расстояния 15 (контроль) до 8 км ПАА у деревьев I-III классов роста снижается на 30% (Сидаравичюс, 1985).

Выше упоминались многочисленные фактические данные ПАА, полученные Г. Бургером (Burger, 1929-1953) на пробных площадях в Европе. Попытаемся на базе этих данных выяснить, насколько статистически значимы определяющие факторы в объяснении изменчивости ПАА.

### *3. Моделирование изменения ПАА под влиянием экзо- и эндогенных экологических факторов по имеющимся литературным данным*

Гансом Бургером в разных областях Швейцарии на разных высотных уровнях с 1908 по 1947 гг. было взято 786 модельных деревьев семи лесобразующих пород (табл. 16) с определениями годичного прироста ствола, массы хвои (листвы) и ПАА. Сюда не вошли 24 дерева сосны Веймутовой, поскольку у них был определён годичный прирост не всей стволовой древесины, а только крупной (Derbholz).

Таблица 16

Характеристика модельных деревьев, взятых Г. Бургером в лесах Швейцарии с 1908 по 1947 гг.

Древесная порода	Диапазоны варьирования экологических и таксационных характеристик модельных деревьев				Число модельных деревьев
	Высота над ур. м., м	Возраст, лет	Диаметр на высоте груди, см	Высота дерева, м	
Сосна	400 - 1950	12 - 120	4 - 53	4 - 33	210
Лиственница	500 - 2000	15 - 260	4 - 70	4 - 40	102
Ель	400 - 1800	20 - 300	4 - 100	4 - 45	184
Пихта	450 - 1220	20 - 275	5 - 110	4 - 43	91
Дугласия	490 - 630	20 - 275	4 - 110	4 - 43	24
Дуб	445 - 670	13 - 155	4 - 67	4 - 32	56
Бук	480 - 1360	14 - 128	1 - 57	3 - 40	119
Итого					786



Нами по фактическим данным модельных деревьев Г. Бургера рассчитаны уравнения

$$\ln(Zs/Pf) = a_0 + a_1(\ln A) + a_2(\ln D) + a_3(\ln H), \quad (25)$$

где  $Zs$  – текущий годичный прирост древесины ствола в абсолютно сухом состоянии, кг;  $Pf$  – масса хвои (листвы) дерева в абсолютно сухом состоянии, кг;  $A$  – возраст дерева, лет;  $D$  – диаметр ствола на высоте груди, см;  $H$  – высота дерева, м. Положение пробной площади по высотному градиенту при включении его в качестве независимой переменной в уравнение (25) в большинстве случаев оказалось статистически не значимым, и этот фактор был исключен из структуры регрессионного уравнения. Таким образом, в (25) вошли три переменные, которые в основном объясняют изменчивость фитомассы дерева (Усольцев, 1985, 1988). Характеристика полученных уравнений дана в табл. 17. Все константы при переменных значимы на уровне вероятности  $P_{95}$ .

Таблица 17

Характеристика уравнений (25)

Зависимая переменная, кг/кг	Древесная порода	Константы и независимые переменные уравнений (25)					
		$a_0$	$a_1(\ln A)$	$a_2(\ln D)$	$a_3(\ln H)$	$R^2$	$SE$
$\ln(Zs/Pf)$	Сосна	-0,3228	-0,5880	-0,6055	1,4701	0,627	0,28
	Лиственница	0,5479	-0,8773	-0,2868	1,3786	0,700	0,27
	Ель	-1,1179	-0,6047	-0,5891	1,4551	0,737	0,26
	Пихта	-1,3142	-0,5133	-0,4236	1,3040	0,805	0,22
	Дугласия	-0,8601	-0,7599	-0,5849	1,7071	0,860	0,29
	Дуб	0,8293	-0,2317	-0,1168	0,2722	0,415	0,15
	Бук	2,7938	-1,4885	0,5351	0,7244	0,679	0,31

Предварительный анализ констант уравнений (25) показывает, что величина ПАА с увеличением возраста дерева при прочих равных условиях снижается, что соответствует известному положению о снижении эффективности «работы» ассимиляционного аппарата дерева и древостоя (и соответственно величины ЧПП) с возрастом (Gower et al., 1996; Roxburgh et al., 2005). ПАА возрастает с увеличением высоты дерева, которая при прочих равных условиях косвенно характеризует добротность местопроизрастания. В характеристике уравнений (25) обращает на себя внимание тот необычный факт, что ПАА с увеличением диаметра ствола при прочих равных условиях снижается у всех пород, за исключением бука. Что является причиной такого расхождения, неясно.

Количественные изменения ПАА в связи с изменением определяющих факторов в уравнениях (25) можно проследить по результатам их табулирования (табл. 18).

Таблица 18

Зависимость ПАА лесообразующих пород Швейцарии от возраста, диаметра ствола и высоты дерева (по фактическим данным Г. Бургера)

Древесная порода	Возраст дерева, лет	Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте груди, см					
			8	24	36	48	60	72
Сосна	20	8	0,75	0,39	0,30	0,25	-	-
		24	-	1,94	1,52	1,28	1,11	-
		36	-	-	2,76	2,32	2,02	1,81
	60	8	0,39	0,20	0,16	0,13	-	-
		24	-	1,02	0,80	0,67	0,58	-
		36	-	-	1,44	1,21	1,06	0,95
	100	8	0,29	0,15	0,12	0,10	-	-
		24	-	0,75	0,59	0,50	0,43	-
		36	-	-	1,07	0,90	0,79	0,70
	140	8	0,24	0,12	0,10	0,08	-	-
		24	-	0,62	0,48	0,41	0,36	-
		36	-	-	0,88	0,74	0,64	0,58
Лиственница	20	8	1,21	0,88	0,79	0,72	-	-
		24	-	4,01	3,57	3,29	3,09	-
		36	-	-	6,25	5,75	5,40	5,12
	60	8	0,46	0,34	0,30	0,28	-	-
		24	-	1,53	1,36	1,25	1,18	-
		36	-	-	2,38	2,19	2,06	1,95
	100	8	0,29	0,22	0,19	0,18	-	-
		24	-	0,98	0,87	0,80	0,75	-
		36	-	-	1,52	1,40	1,31	1,25
	140	8	0,22	0,16	0,14	0,13	-	-
		24	-	0,73	0,65	0,60	0,56	-
		36	-	-	1,13	1,04	0,98	0,93
Ель	20	8	0,32	0,17	0,13	0,11	-	-
		24	-	0,84	0,66	0,56	0,49	-
		36	-	-	1,19	1,00	0,88	0,79
	60	8	0,17	0,09	0,07	0,06	-	-
		24	-	0,43	0,34	0,29	0,25	-
		36	-	-	0,61	0,52	0,45	0,41
	100	8	0,12	0,06	0,05	0,04	-	-
		24	-	0,32	0,25	0,21	0,18	-
		36	-	-	0,45	0,38	0,33	0,30
	140	8	0,10	0,05	0,04	0,03	-	-
		24	-	0,26	0,20	0,17	0,15	-
		36	-	-	0,37	0,31	0,27	0,24

Продолжение таблицы 18

Древесная порода	Возраст дерева, лет	Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте груди, см					
			8	24	36	48	60	72
Пихта	20	8	0,36	0,23	0,19	0,17	-	-
		24	-	0,95	0,80	0,71	0,64	-
		36	-	-	1,35	1,20	1,09	1,01
	60	8	0,20	0,13	0,11	0,10	-	-
		24	-	0,54	0,45	0,40	0,37	-
		36	-	-	0,77	0,68	0,62	0,57
	100	8	0,16	0,10	0,08	0,07	-	-
		24	-	0,41	0,35	0,31	0,28	-
		36	-	-	0,59	0,52	0,48	0,44
	140	8	0,13	0,08	0,07	0,06	-	-
		24	-	0,35	0,29	0,26	0,24	-
		36	-	-	0,50	0,44	0,40	0,37
Дугласия	20	8	0,45	0,24	0,19	0,16	-	-
		24	-	1,54	1,21	1,02	0,90	-
		36	-	-	2,42	2,05	1,80	1,62
	60	8	0,19	0,10	0,08	0,07	-	-
		24	-	0,67	0,53	0,44	0,39	-
		36	-	-	1,05	0,89	0,78	0,70
	100	8	0,13	0,07	0,05	0,05	-	-
		24	-	0,45	0,36	0,30	0,26	-
		36	-	-	0,71	0,60	0,53	0,48
	140	8	0,10	0,05	0,04	0,04	-	-
		24	-	0,35	0,28	0,23	0,20	-
		36	-	-	0,55	0,47	0,41	0,37
Дуб	20	8	1,58	1,39	1,33	1,28	-	-
		24	-	1,88	1,79	1,73	1,68	-
		36	-	-	2,00	1,93	1,88	1,84
	60	8	1,23	1,08	1,03	0,99	-	-
		24	-	1,45	1,39	1,34	1,31	-
		36	-	-	1,55	1,50	1,46	1,43
	100	8	1,09	0,96	0,91	0,88	-	-
		24	-	1,29	1,23	1,19	1,16	-
		36	-	-	1,38	1,33	1,30	1,27
	140	8	1,01	0,89	0,84	0,82	-	-
		24	-	1,19	1,14	1,10	1,07	-
		36	-	-	1,27	1,23	1,20	1,17

Продолжение таблицы 18

Древесная порода	Возраст дерева, лет	Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте груди, см					
			8	24	36	48	60	72
Бук	60	8	0,51	0,91	1,13	1,32	-	-
		24	-	2,02	2,51	2,92	3,29	-
		36	-	-	3,36	3,92	4,42	4,87
	100	8	0,24	0,43	0,53	0,62	-	-
		24	-	0,94	1,17	1,37	1,54	-
		36	-	-	1,57	1,83	2,07	2,28
	140	8	0,14	0,26	0,32	0,37	-	-
		24	-	0,57	0,71	0,83	0,93	-
		36	-	-	0,95	1,11	1,25	1,38

В 100-летнем возрасте дерево диаметром 36 см и высотой 24 м характеризуется видоспецифичным значением ПАА: наименьшее у темнохвойных (ель – 0,25 и пихты – 0,35-0,36), затем следуют светлохвойные (лиственница – 0,87 и сосна обыкновенная – 0,59) и наибольшее у твердолиственных (дуб – 1,23 и бук – 1,17). С увеличением возраста дерева с 20 до 140 лет ПАА равновеликих деревьев лиственницы снижается в 5,5, дугласии в 4,3, сосны, ели и пихты – соответственно в 3,2; 3,3 и 2,8 и дуба – в 1,6 раза.

В 100-летнем возрасте у деревьев диаметром 36 см по мере увеличения высоты дерева с 8 до 36 м ПАА увеличивается у дугласии в 14, у лиственницы, сосны и ели – в 8-9, у пихты – в 7, у бука – в 3 и у дуба – в 1,5 раза. Менее всего изменяется ПАА в связи с диаметром ствола при равенстве как возраста, так и высоты дерева. У дерева высотой 24 м в возрасте 100 лет при снижении диаметра ствола 60 до 24 см ПАА увеличивается у хвойных – на 30-80, у дуба – на 10%, а у бука снижается на 60%.

Таким образом, с изменением возраста и размеров дерева, характеризующих его ценотическое положение в пологе, ПАА на статистически значимом уровне изменяется у всех исследованных древесных пород.

Рассмотрим изменение величины ПАА по уникальным данным Н.И. Казмирова с соавторами (1977) для 60-летних древостоев сосны обыкновенной европейского Севера. Их уникальность состоит не только в том, что они включают данные полного фракционного состава как фитомассы, так и ее годичного прироста у 113 деревьев сосны по ступеням толщины. Они охватывают полный экологический ряд на песчаных почвах приозёрного склона в диапазоне залегания грунтовых вод от 0,3 до 2,8 м, определившем формирование экологического ряда лесорастительных условий от лишайникового до багульниково-сфагнового типа леса (рис. 63).

Запас древостоев вниз по склону увеличивается с 82 до 194, а затем снижается до 108 м<sup>3</sup>/га, средняя высота характеризуется соответственно значениями 9, 16 и 11 м, класс бонитета – соответственно V, III и V, а гу-

стота вначале снижается с 3,5 до 1,1, а затем повышается до 2,2 тыс. деревьев на га. Характеристика объектов дана в **табл. 19**.

Попробуем выяснить, как ценотическое положение дерева (степень толщины) и положение его в экологическом ряду по условию увлажнения определяют величину ПАА деревьев сосны. Анализ выполнен в двух вариантах.

В первом из них по данным о фитомассе деревьев рассчитаны уравнения

$$\ln(Zt/Pf) = a_1 + a_2(\ln D) + a_3(\ln D)^2 + a_4K + a_5(K^2), \quad (26)$$

где  $Zt$  – годичный прирост общей фитомассы дерева в абсолютно сухом состоянии, кг;  $Pf$  – масса хвои дерева в абсолютно сухом состоянии, кг;  $D$  – диаметр ствола на высоте груди, см;  $K$  – код типа леса (см. **табл. 19**).

Регрессионным анализом получены константы уравнения (26):

$$\ln(Zt/Pf) = -2,2188 + 1,4007(\ln D) - 0,2394(\ln D)^2 + 0,3155K - 0,0384(K^2); \quad (27)$$

$$R^2 = 0,901; SE = 0,05,$$

результат табулирования которого по фактическим ступеням толщины дан в **табл. 20**.

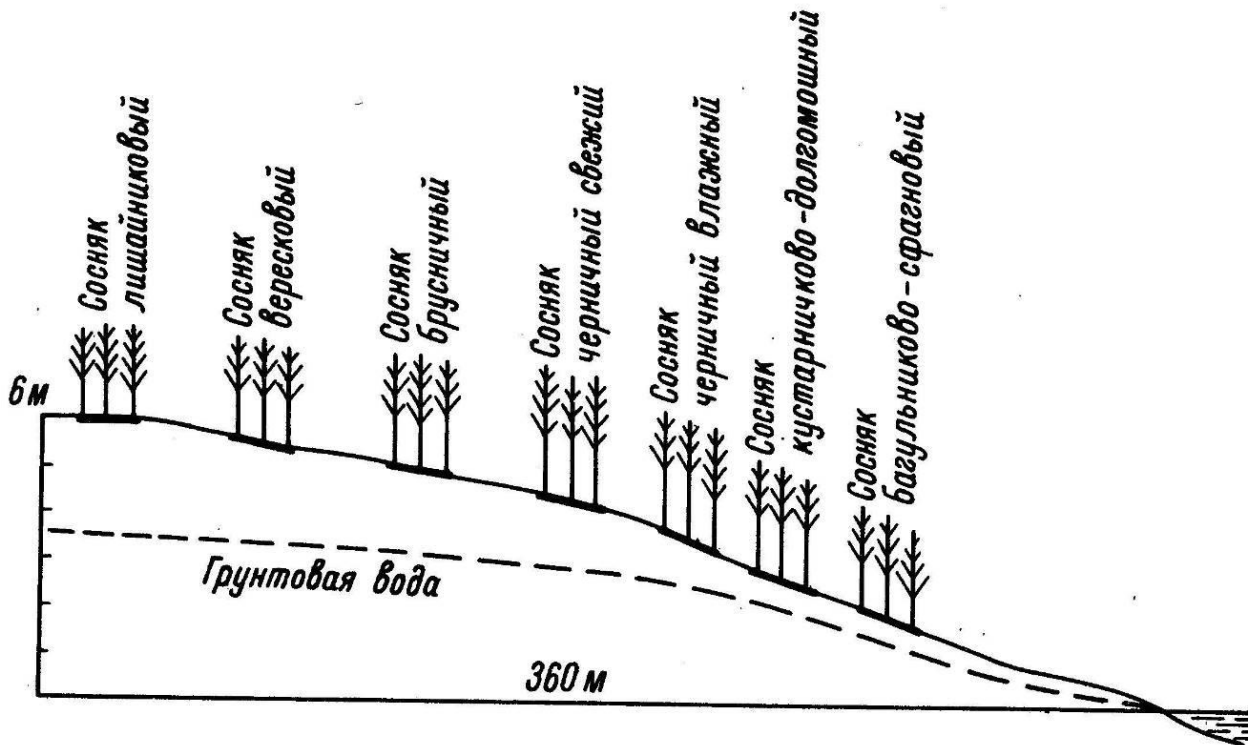


Рис. 63. Схема расположения средневозрастных сосняков семи типов леса, составляющих экологический ряд по увлажнению почвы (Казимиров и др., 1977).

Таблица 19

Сопряжение густоты сосняков, типов леса и классов бонитета в экологическом ряду с их кодировкой числами естественного ряда

Тип леса	Лишайниковый	Вересковый	Брусничный	Черничный свежий	Черничный влажный	Кустарничково-долгомошный	Багульниково-сфагновый
Класс бонитета	IV,7	III,7	III,3	II,7	III,0	IV,4	IV,7
Код типа леса	1	2	3	4	5	6	7
Густота древостоя, тыс. экз.	3,48	1,63	1,48	1,07	1,63	2,22	2,12
Средний диаметр, см	7,6	12,6	13,4	18,0	17,2	11,4	10,8

Таблица 20

Изменение ПАА по ступеням толщины деревьев сосны в разных типах леса по результатам табулирования уравнения (27)

D, см	Код типа леса						
	1	2	3	4	5	6	7
8	0,71	0,87	0,96	1,02	1,07	1,11	1,14
12	0,81	0,98	1,09	1,16	1,21	1,25	1,29
16	0,84	1,03	1,13	1,21	1,26	1,31	1,34
20	0,84	1,03	1,14	1,21	1,27	1,31	1,35
24	0,83	1,02	1,12	1,20	1,25	1,29	1,33
28	0,81	0,99	1,10	1,17	1,22	1,26	1,30
32	-	0,96	1,06	1,13	1,18	1,22	1,26
36	-	0,93	-	1,09	1,14	-	-
40	-	-	-	1,06	1,10	-	-

По второму варианту рассчитаны уравнения

$$\ln(Zt/Pf) = a_1 + a_2 (\ln D) + a_3 (\ln D)^2 + a_4 (\ln B) + a_5 (\ln B)^2, \quad (28)$$

где  $B$  – номер класса бонитета со II по V (см. табл. 19). Получен окончательный вид уравнения:

$$\ln(Zt/Pf) = -0,6959 + 1,6059(\ln D) - 0,2750(\ln D)^2 - 1,3949(\ln B) + 0,2882(\ln B)^2; \quad (29)$$

$$R^2 = 0,938; SE = 0,04.$$

В табл. 21 приведены результаты табулирования уравнения (29), которые показывают монотонное снижение величины ПАА по мере снижения добротности местопроизрастания с II к V классу бонитета. Наименьшие значения ПАА как у деревьев-лидеров, так и у деревьев – кандидатов на естественное отмирание.

Таблица 21

Изменение ПАА по ступеням толщины деревьев в разных классах бонитета сосняков по результатам табулирования уравнения (29)

D, см	Класс бонитета			
	II	III	IV	V
8	1,87	1,31	1,08	0,96
12	2,16	1,51	1,24	1,10
16	2,26	1,58	1,30	1,16
20	2,27	1,59	1,31	1,16
24	2,23	1,56	1,28	1,14
28	2,17	1,52	1,25	1,11
32	2,09	1,47	1,21	-
36	2,01	1,41	-	-
40	1,93	-	-	-

Таким образом, наблюдается большой диапазон варьирования ПАА как при разных, так и при идентичных уровнях экзо- и эндогенных факторов. Возможная причина неопределенности в том, что ход биопродукционного процесса определяется не только величиной ПАА, но и спецификой распределения прироста между фракциями как дерева, так и древостоя (Nilsson, Albrektson, 1993), что имеет отношение также к рассмотренной ранее (Усольцев и др., 2018) проблеме моделирования корнелистовых связей (root: shoot ratio).

#### *4. Распределение ассимилятов в фитомассе деревьев: законы или закономерности?*

Поскольку характеристика продуктивности ассимиляционного аппарата связана с процессами ассимиляции и фотосинтеза, первые ее исследования, как уже отмечалось, проводились физиологами растений (Иванов, Коссович, 1930, 1932; Boysen Jensen, 1932; Коссович, 1940, 1967). В.А. Алексеевым (1975) подобные исследования выполнены в естественных древостоях избыточного ряда увлажнения в южнотаежной подзоне европейской России. Сосняки в возрасте 80-85 лет представлены типами леса сосняк кислично-брусничный, долгомошный и сфагновый и классами бонитета соответственно I; III,5; Va. Ельники в возрасте 100-120 лет – типами леса ельник чернично-кисличный, сфагново-черничный, осоково-чернично-сфагновый и классами бонитета соответственно I,5; IV; Va.

Известно, что ухудшение условий произрастания сопряжено с эффективностью фотосинтетической деятельности древостоев ( $K_{фap}$ ), выражаемой отношением энергии, аккумулированной в годичном приросте фитомассы, к энергии, поглощенной растительным сообществом в единицу времени. В данном случае эдафический ряд от сосняка кислично-брусничного до сфагнового характеризуется величиной  $K_{фap}$ , равной соответственно 1,9; 1,6 и 1,0, а ряд от ельника чернично-кисличного до осоково-чернично-сфагнового –  $K_{фap}$ , равной соответственно 1,32; 0,98 и 0,55. Корреляционный анализ показал, что как в сосняках, так и ельниках, связь годичного прироста фитомассы с  $K_{фap}$  положительная и близкая к функциональной при коэффициенте корреляции в обоих случаях, равном 0,997 (Алексеев, 1975).

Установлено также, что по мере ухудшения условий произрастания и соответствующего снижения величины  $K_{фap}$  происходит перераспределение вклада различных фракций фитомассы в общий годичный прирост, а именно – снижение прироста стволов и увеличение – хвои и корней (рис. 64). Увеличение доли ассимилятов, расходуемых на образование органов, наиболее ответственных за фотосинтетическую деятельность и выживаемость древостоев, т.е. хвои и корней, рассматривается как их приспособительная реакция на ухудшение условий произрастания (Алексеев, 1975).

Другой физиологически обусловленный фактор продуктивности деревьев и древостоев связан с моделированием, в основе которого лежит связь годичного прироста фитомассы с усвоением почвенного азота и с распределением прироста фитомассы между листвой, тонкими корнями и древесными тканями. Цель подобного моделирования – оценить влияние пропорций в распределении прироста по названным фракциям на общий прирост деревьев и биологическую продуктивность древостоя (King, 1993).

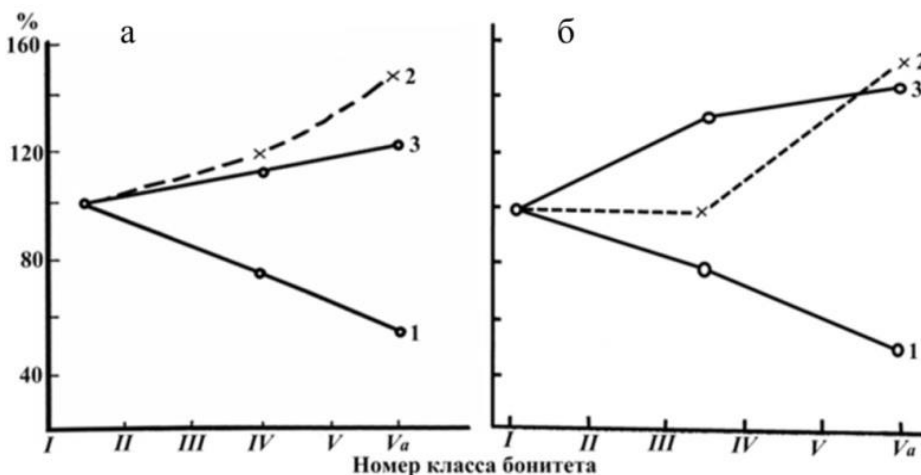


Рис. 64. Специфика распределения годичного прироста основных фракций фитомассы в древостоях ели (а) и сосны (б) разных классов бонитета; 1 - древесина, 2 – корни, 3 – хвоя. За 100 % принято распределение прироста в ельнике чернично-кисличном (а) и сосняке кислично-брусничном (б) (Алексеев, 1975).



Существуют два принципиально разных подхода к математическому моделированию и соответственно две обширные группы моделей: дедуктивные (функциональные, физиологические, эколого-физиологические, имитационные и др.) и индуктивные (эмпирические, стохастические, феноменологические и др.). При дедуктивном подходе исследователь идет «от теории», т.е. имитационные модели «являются математической записью представлений автора модели о способе действия объекта» (Ивахненко, 1982. С. 24), и такие модели несут объяснительную функцию.

В частности, одна из современных имитационных моделей распределения ассимилятов в дереве построена на ранжировании отдельных частей дерева по приоритетам в получении ассимилятов (Палуметс, 1990; Palumets, 1991). Самое широкое применение нашла выше упомянутая концепция функционального равновесия (Усольцев и др., 2018), выражаемая формулой: масса корней, умноженная на интенсивность поглощения, пропорциональна массе листьев, умноженной на интенсивность фотосинтеза (Davidson, 1969). Модификация модели функционального равновесия построена на ранжировании отдельных частей дерева по приоритетам в получении ассимилятов. В ее основе лежит физическая аналогия сообщающихся сосудов различной высоты (рис. 65). Модель состоит из трех блоков: хвои (1), ствола (2) и корней (3), причем ствол разделен на два подблока: ограниченного и неограниченного прироста. Блоки модели рассматриваются как емкости, соединенные трубопроводами, а ассимилянты – как жидкость, которая поступает снизу и наполняет систему сообщающихся сосудов (Палуметс, 1990; Palumets, 1991).

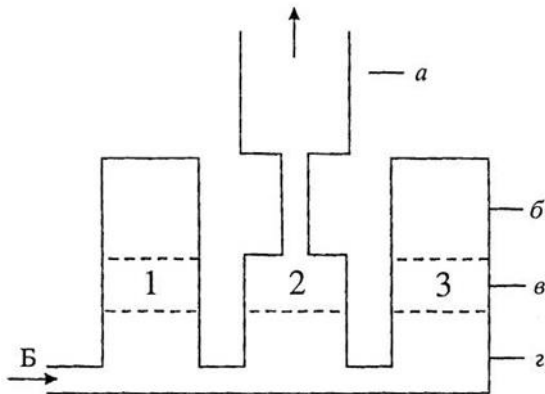


Рис. 65. Структура модели распределения ассимилятов в дереве; Б – брутто-фотосинтез; а – неограниченный прирост; б – ограниченный; в – минимальный; z – дыхание поддержания (Палуметс, 1990).

Поток ассимилятов к каждой фракции дерева разделяется на составляющие четыре уровня: минимальный (одинаковый для всех блоков) – затраты на дыхание поддержания (z); более высокий (минимальный прирост), включает дыхание поддержания плюс обновление отмирающих тканей дерева (тоже одинаковый для всех блоков) (v); предельный уровень развития хвои и корней – ограниченный прирост (б) (уровень насыщения), по достижении которого доступ ассимилятов к ним прекращается (одинаковый для блоков 1 и 3) и, наконец, уровень неограниченного прироста, свойственного только стволу – вместительность избытка ассимилятов (а) (см. рис. 65).

Таким образом, масса ствола согласно изложенной концепции – это мера избытка ассимилятов, которые остаются после удовлетворения за-

трат, необходимых для роста корней, ветвей, хвои, плодов, на самозащиту и дыхание (Waring, 1980; Waring, Schlesinger, 1985; Oliver, Larson, 1990). В зависимости от погоды текущего года уровень ассимилятов в емкостях-блоках (1-3) (см. **рис. 65**) может колебаться от минимального прироста всех фракций до неограниченного прироста ствола. Размах этих колебаний, в том числе колебаний уровня ассимилятов в блоке 2, соответствующих изменчивости радиального прироста ствола, возрастает по мере ужесточения условий среды, особенно влагообеспеченности местообитания.

Иную схему приоритетов в распределении ассимилятов между фракциями фитомассы предложили шведские исследователи (Nilsson, Albrektson, 1993), связавшие её с уровнем конкуренции в 16-летних культурах сосны обыкновенной с начальной густотой посадки 10 и 40 тыс. экз./га. Согласно полученным ими результатам, по мере усиления «конкурентного стресса» распределение ассимилятов идет в первую очередь в ствол и, возможно, в тонкие корни и лишь затем – в хвою.

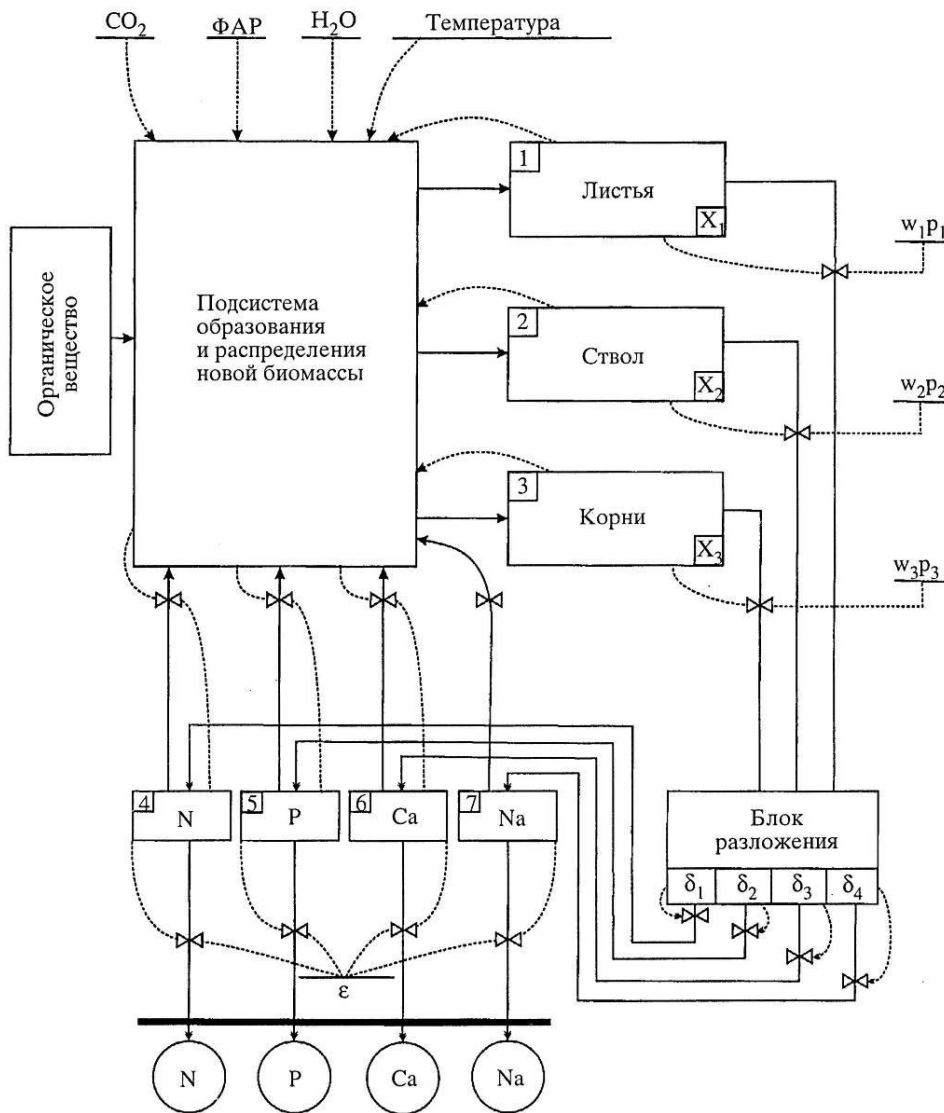


Рис. 66. Блок круговорота питательных веществ в имитационной модели роста дерева;  $w_1p_1$ ,  $w_2p_2$  и  $w_3p_3$  – доступные элементы питания соответственно в листьях, стволе и корнях (Рачко, 1979).

В имитационной модели роста дерева (**рис. 66**), разработанной в Вычислительном Центре РАН венгерским аспирантом Петером Рачко (1978, 1979) под руководством Ю.М. Свирежева, учтены не только физиологические процессы дерева, но и некоторые эдафические факторы. Для описания зависимости нетто-фотосинтеза от ФАР, концентрации  $\text{CO}_2$  и количества доступной воды использована модель Х. Молдау (Moldau, 1971), а для учета самозатенения фотосинтезирующего аппарата взята модель Ю. К. Росса (1975). Проблему распределения ассимилятов между частями дерева П. Рачко (1979) решает вводом “принципа максимальной первичной продуктивности”, суть которого в том, что “новая биомасса распределяется по листьям, стволу и корням дерева таким образом, чтобы обеспечить максимальную скорость прироста общей биомассы дерева в следующий момент времени при условии, что состояние среды не меняется” (С. 86).

В модель включены также круговороты элементов питания (см. **рис. 5.20**) и учтены как угнетение фотосинтеза недостатком этих элементов (принцип Либиха), так и разложение опада и возможный дефицит элементов питания в почве. В целом, модель представляет систему балансовых уравнений круговорота элементов питания, интенсивности фотосинтеза и взаимосвязи фитомасс фракций с их структурой. Численная идентификация модели, выполненная по фактическим данным Н.И. Казимирова (1971) для ельников Карелии, показала наличие отклонений в пределах 10 %.

Модели Я. Палуметса (1990), П. Рачко (1978, 1979) и им подобные, выполненные на уровне дерева, экстраполируются на ту или иную площадь лесных экосистем в целях получения оценок продукционного потенциала этих площадей. Однако они не предназначены для имитации биологической продуктивности лесных экосистем под влиянием как эндогенных (внутренних), так и экзогенных (внешних) факторов.

Закономерность перераспределения полного (т.е. надземного и подземного) прироста фитомассы в связи не только с эдафическими условиями, но и с возрастом древостоев, показана в количественном выражении для сосновых и еловых древостоев средней тайги В.А. Алексеевым (1975) и как общий биологический принцип – О.Г. Чертовым с соавторами (2007). Отметив, что задача возрастного перераспределения прироста между различными органами растительных сообществ хорошо известна при имитационном моделировании их биологической продуктивности (Рачко, 1978, 1979; Valentine, 1985; Cannel, 1989; Палуметс, 1990; Bartelink, 1998), О.Г. Чертов с соавторами (2007) констатируют, что эта задача «еще окончательно не решена» (с. 156).

В группе моделей индуктивного характера, частично рассмотренных ранее (Усольцев и др., 2018), идут «от эксперимента», т.е. вначале в соответствии с постановкой задачи набирается эмпирический материал, который затем анализируется и выявляются те или иные закономерности. Обсуждая степень всеобщности той или иной закономерности и соотношение понятий закон и закономерность, Е. Ассман (Assmann, 1961) пишет: “Сто-

хастический характер всех до сих пор наблюдаемых закономерностей делает маловероятным простое всеобщее решение... Только интеграция многочисленных отдельных явлений ведет к закономерностям, достаточно определенным и строгим. При этих обстоятельствах мы должны, по видимому, довольствоваться описанием осциллирующих жизненных процессов с помощью приближенных математических функций, которые как можно лучше отражали бы усредненное поведение множества живых организмов. Термин закономерность роста более предпочтителен, поскольку в отличие от закона роста содержит предостерегающее ограничение. Математическая формулировка в каждом случае дает большие преимущества, поскольку обеспечивает лаконичность выражений и позволяет контролировать достоверность суждения посредством статистических методов оценки» (с. 201).

В.В. Антанайтис (1976) солидаризируется с Е. Ассманом, причем в более категоричной форме: «Стохастические связи не подчиняются теоретическим законам» (с. 7). Тем не менее, спустя 10 лет он пытается сформулировать компромиссный вариант закона-закономерности: «До сих пор чётко сформулированные, всеобщие законы роста и производительности древостоев отсутствуют. Однако известен ряд так называемых законов, которые или охватывают лишь отдельные показатели роста, или требуют значительных уточнений» (Антанайтис и др., 1986. С. 5). Он видит перспективу в том, чтобы «...обобщить местные закономерности, превратить их во всеобщие и раскрыть законы» (там же, с. 7). Но известно, что обобщая, например, известные местные таблицы хода роста древостоев и составляя на их основе всеобщие таблицы, мы отнюдь не «раскрываем законы» роста, а приходим к пониманию того, что такие «всеобщие таблицы» не работают в местных условиях, давая либо положительные, либо отрицательные смещения. Это основополагающий отличительный признак стохастических закономерностей: чем больше их «обобщают», тем в большей степени результат обобщения отдаляется от понятия «закон».

Как уже отмечалось (Усольцев и др., 2018), в отличие от функциональной связи, эмпирическая закономерность не содержит элемента объяснения, а лишь констатацию, и кроме того, «любое феноменологическое описание работает только до тех пор, пока продолжают работать по-старому существенные и часто неизвестные нам механизмы» (Виленкин, 1978. С. 16). Тем не менее, эмпирическая закономерность дает возможность сиюминутного прогноза наиболее вероятного значения функции при заданных значениях аргументов.

Применение физических правил к биологическим системам обычно не дает желаемого результата (Dhar, Giuliani, 2010). Законы физики и химии дают механистическое представление о биологических процессах (Houghton et al., 1996; Bengtsson, 1999). Еще И. Шмитхюзен (1966) писал, что «явления, происходящие в органическом мире, невозможно объяснить одними лишь физическими законами», хотя «сама жизнь в свою очередь

подчиняется законам физики” (С. 10). Богатство растительных видов в сочетании с сильно изменчивой биотической и абиотической окружающей средой практически делают невозможным получение обобщающих закономерностей. Экологи, например, могут объяснить не более 10% изменчивости наблюдаемых в экспериментах явлений (Møller, Jennions, 2002).

Некоторое исключение из этой общей тенденции представляют аллометрические взаимосвязи между количественными характеристиками организмов.

#### 4.1. Аллометрия: закон или закономерность?

Ещё в XIX веке исследователи, начиная с О. Снелла (Snell, 1892) и Е. Дюбуа (Dubois, 1897), отмечали, что у различных видов связи между массой отдельных частей и целого организма хорошо описываются математическим соотношением вида

$$Y = a X^b, \quad (30)$$

где  $X$  может обозначать, например, массу всей особи данного вида ( $P$ , г или кг) или её размер (например, у дерева – диаметр ствола  $D$ , см, и  $Y$  – массу того или иного органа особи, г или кг).

Параметр  $a$  называют аллометрической константой, а параметр  $b$  – экспонентой масштабирования. О. Снелл (1892) и Е. Дюбуа (1897) показали очень строгие отношения между размерами мозга и тела с экспонентой масштабирования  $2/3$  по целому ряду различных видов животных. Пирсолл (Pearsall, 1927) применил уравнение (30) для анализа соотношений между органами различных растений в ходе их роста; в этом случае экспонента масштабирования математически эквивалентна соотношению относительных скоростей роста органов  $X$  и  $Y$  (Huxley, 1932). Позднее идея аллометрического роста была развита С. Гулдом (Gould, 1966), В.М. Шмидтом (1969), М.В. Миной и Г.А. Клевезаль (1976), К. Никласом (Niklas, 2004), С. Куяхом с соавторами (Kuyah et al., 2013) и многими другими. М.В. Мина и Г.А. Клевезаль (1976) обсудили понятия онтогенетической и статической аллометрии и взаимосвязь между ними.

В результате анализа статической аллометрии *масса листвы ~ диаметр ствола* березы и осины в возрастном диапазоне от 10 до 70 лет В.А. Усольцевым (1973, 1976а) была установлена параболическая связь  $b$  с возрастом дерева (**рис. 67**) при корреляционном отношении соответственно 0,7 и 0,8. Первые производные уравнений (см. **рис. 67**), приравненные нулю, дали значения возраста (соответственно 39 и 35 лет), соответствующие моменту наибольшей интенсивности самоизреживания древостоев в терминах массы ассимилирующего аппарата. Аналогичные колоколообразные кривые получены также для массы листвы на 1 га тех же древостоев, показавшие максимум массы листвы примерно в тех же возрастах. С учетом ошибки (доверительного диапазона) упомянутых колоколообразных зави-

симостей сделан вывод, что в березняках и осинниках существует общий возрастной диапазон от 30 до 40 лет, соответствующий максимальной интенсивности самоизреживания и максимальной массе листвы на единице площади березовых и осиновых древостоев.

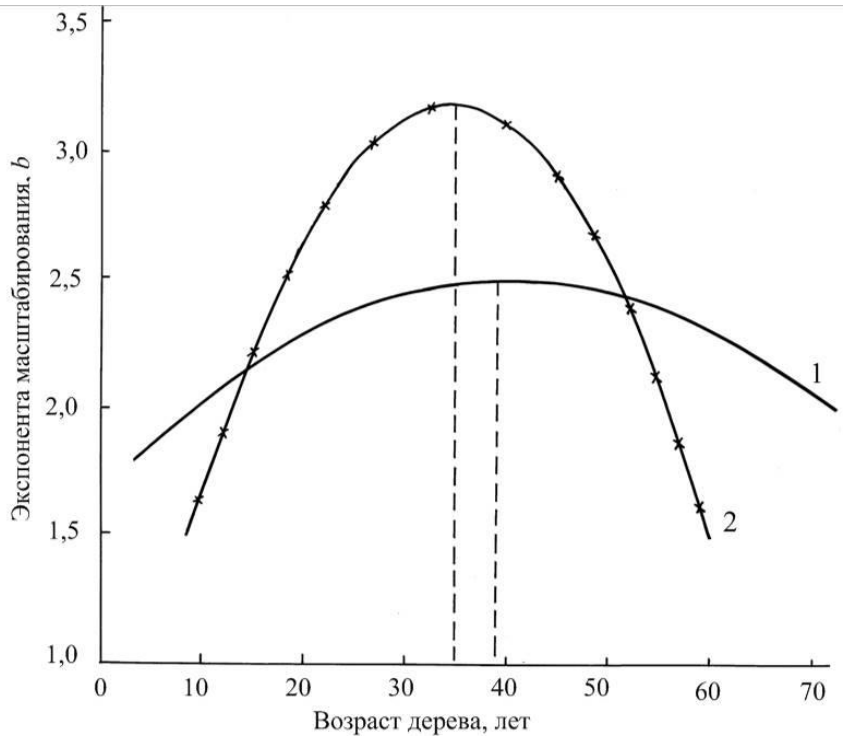


Рис. 67. Изменение экспоненты масштабирования  $b$  в березовых (1) и осиновых (2) древостоях в связи с их возрастом (Усольцев, 1973).

В результате анализа онтогенетической аллометрии *масса ветвей ~ масса ствола* у берез порослевого и

семенного происхождения в возрастном диапазоне от 5 до 34 лет (т.е. до пика интенсивности самоизреживания), В.А. Усольцевым (1976б) для тех и других берёз установлено явление изометрии, или пропорционального роста ( $b = 1$ ) с аллометрической константой  $a$  (или константой начального роста) у порослевых и семенных деревьев, равной соответственно 0,134 и 0,095 и коэффициентами  $R^2$  соответственно 0,996 и 0,953. Это означает, что у порослевых деревьев приоритет распределения ассимилятов в их крону более выражен по сравнению с семенными, а распределение в ствол — напротив, в меньшей, по причине меньшей густоты и наличия большего пространства роста в порослевых березняках.

При постоянных условиях окружающей среды  $b$  может быть стабильным в течение длительного периода времени (Ingestad, Ågren, 1988). Исследования показали наличие строгих аллометрических соотношений у животных между скоростью метаболизма (например, скоростью дыхания всего организма) и массой тела с экспонентой масштабирования  $3/4$  (Kleiber, 1932).

Е.В. Воробейчик (2001) видит принципиальное отличие статической аллометрии от онтогенетической в «существовании в выборке групп особей вместо одной особи» (с. 632). Под группой он понимает подмножество изоморфных объектов, когда «внутри групп особи имеют одинаковую форму, но различаются абсолютными размерами». При статической алло-

метрии может анализироваться выборка особей разного возраста, при этом коэффициенты  $b$  «засорены» изменчивостью объектов, не связанной с возрастными изменениями (неоднородная выборка). В таком случае экспонента масштабирования  $b$  представлена композицией теоретического коэффициента изометрического роста (при  $b = 1$ ) и коэффициента регрессии, построенной по средним значениям групп, составляющих выборку. Использование  $b$  при анализе существенно неоднородных совокупностей таит опасность артефакта, вероятность которого тем выше, чем больше различия в структуре сравниваемых выборок.

Поскольку задача использования (30) – в установлении разницы между степенным коэффициентом уравнения и теоретическим коэффициентом изометрического роста, то: «...чем менее широкий интервал значений средних, соответственно, чем больше доля в общем варьировании внутригрупповой дисперсии, тем менее надежно заключение относительно отклонения роста от изометрического» (с. 634). Предлагается разбивать выборку на несколько групп, устанавливая в каждой среднее значение искомого признака и строить зависимость (30) по этим средним, а не по всей выборке. В противном случае автор предостерегает о возможности артефакта, и (со ссылкой на Р. Мэя) предполагает, что это - «предостережение, вселяющее ужас» (с. 634).

А.А. Дюльдиным (1973) было показано, что отношение коэффициентов вариации аргумента и функции согласно зависимости (30) постоянно и равно абсолютной величине  $b$ . «Это утверждение имеет приближенный характер, так как является следствием приближенных формул, - пишет далее А.А. Дюльдин. – Тем не менее, оно имеет определенную ценность, так как позволяет сопоставлять данные по изменчивости, выраженные через коэффициенты вариации, с данными о корреляции признаков, выраженными в аллометрической форме» (с. 98).

Г.Б. Кофман, исследуя аллометрию с позиций теории подобия (Кофман, 1981, 1982; Кофман, Кузьмичев, 1981), показал теоретический характер аллометрической функции (30) как проявления подобия в сравниваемой совокупности состояний и исследовал нетрадиционные варианты подобия, в частности, в процессах роста и изреживания древостоев. Позднее на материалах обширной мировой литературы им проведен анализ взаимосвязей (в том числе аллометрических) между ростом и формой деревьев. В заключение монографии он пишет (1986): «Исследование роста деревьев и древостоев в первую очередь должно основываться и учитывать именно их характерные биологические особенности. Применительно к деревьям одной из немногих таких идей является необходимость считаться с разделением биомассы стволов на инертную и физиологически активную, связанную с фотосинтезирующим аппаратом, с различными временами жизни кроны и дерева в целом. Изменчивость формы, очень большие различия в абсолютных размерах деревьев даже в чистом одновозрастном древостое явно обусловлены регуляцией между поверхностью и объемом, которая

является, по-видимому, единственно возможной макроскопической адаптацией просто из-за отсутствия каких-либо альтернатив» (с. 185-186).

#### 4.2. Аллометрия «масса ~ размер особи»

В качестве альтернативы эмпирическому подходу для расчета экспоненты масштабирования  $b$  в уравнении (30) Г. Вестом предложен биомеханический принцип структурных и экофизиологических моделей дерева (West et al., 1999). По мнению зарубежных “математизированных” экологов, “живой мир управляется законами, основанными на фрактальной геометрии и размерах организмов” (Whitfield, 2001. Р. 342). Сегодня основная концепция лесоводов “видеть за деревьями лес” получает дальнейшее развитие, правда, с точностью «до наоборот». Идею этого развития можно выразить словами американского эколога Дж. Енквиста (цит. по: Whitfield, 2001): “Когда я иду по лесу, то меня не оставляет ощущение, что хотя это очень сложная система, но в основе этой сложности лежат очень простые правила” (с. 342).

В основу метода фрактальной модели Г. Веста (West et al., 1999) положены фрактальные свойства ветвящихся структур. Это означает, что общая схема ветвления дерева подразделяется на соподчиненные подсистемы, которые в последовательно уменьшающихся масштабах повторяют общую схему (рис. 68). Для расчета общей фрактальной модели интактные ветвящиеся системы расчлняются по порядкам ветвления, измеряются длина, масса и угол крепления каждого сегмента. При известных характеристиках доступных ветвей первого порядка, непосредственно примыкающих к стволу, а также – ствола в целом, модель позволяет достаточно корректно определить массу дерева (Mandelbrot, 1983; Barnsley, 1988; Peitgen, Saupé, 1988; Соколов, 1989; Strand, 1990; Zeide, 1991; Berezovskaya et al., 1993).

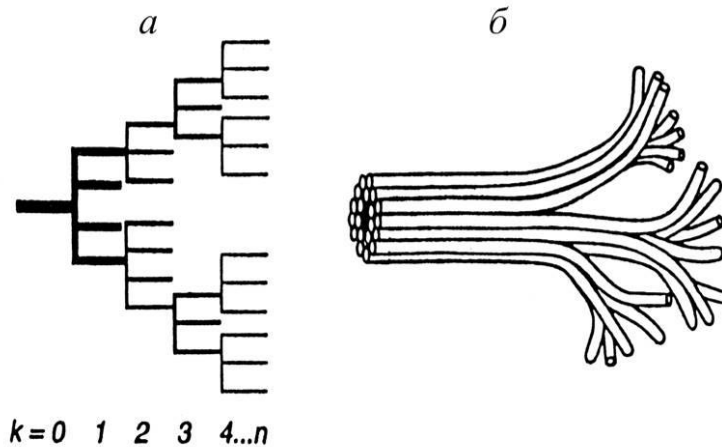


Рис. 68. Схематическое представление общности: (а) теории фракталов (показана топология ветвления от уровня  $k = 0$  (ствол) до уровня  $k = n$  (петиоли)) и (б) пайп-модели (символически показана система ветвящихся сосудов, состоящая из проводящих воду «трубок» и непроводящих тканей, выделенных черным цветом в центре пучка сосудов) (West et al., 1999).



Фрактальная модель Г. Веста (West et al., 1999) представляет собой своеобразный симбиоз двух теорий – фракталов (см. **рис. 68**) и пайп-модели (Shinozaki et al., 1964), восходящей к Леонардо да Винчи вглубь пяти столетий (**рис. 69**). Модель основана на некоторых общих условиях-допущениях (West et al., 1999; Enquist, Niklas, 2001):

- система ветвления является “объемонасыщенной”, т.е. все пространство - - роста полностью заполнено;
- размер листвы и петиолей инвариантен;
- биомеханическое напряжение в ветвящейся структуре постоянно;
- рассеяние энергии в ксилемном потоке минимально.

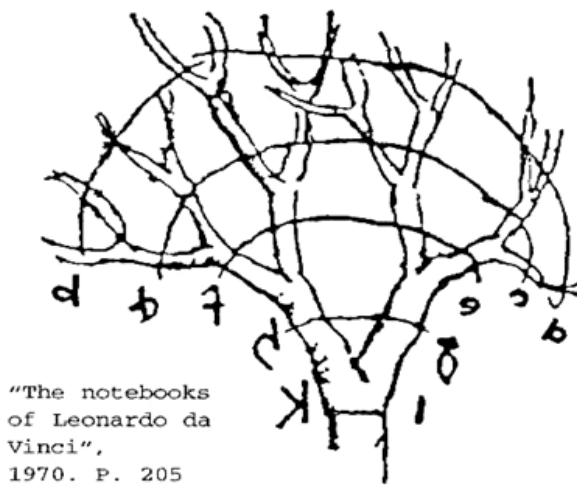


Рис. 69. Иллюстрация Леонардо да Винчи к его тезису о постоянстве поперечного сечения ствола и ветвей по вертикальному профилю дерева (The notebooks..., 1970).

Согласно модели Г. Веста, надземная масса дерева  $P$  связана с диаметром ствола  $D$  по уравнению (30) при среднем значении  $b = 8/3$  (или  $\approx 2,67$ ), независимом от структурных и морфологических

характеристик исследуемых деревьев.

Д. Цианис и М. Менкуччини (Zianis, Mencuccini, 2004) решили выяснить, обеспечивают ли поддержку этой теории имеющиеся многочисленные эмпирические данные по аллометрии  $P \sim D$ , и проверить соответствие теоретического и эмпирического значений  $b$ . Теоретическое значение принято согласно модели Г. Веста (West et al., 1999), а эмпирическое - как среднее из всех опубликованных в литературе значений  $b$ . Авторами составлена и проанализирована мировая сводка аллометрических уравнений связи вида (30) надземной сухой массы (включающей ствол, кору, ветви и листву) деревьев  $P$  (кг) с диаметром их стволов на высоте груди  $D$  (см), и построен график частот распределения  $b$  по его ступеням (**рис. 70**). Среднее значение  $b$ , полученное по 279 уравнениям, достоверно отличалось от теоретического (2,67) и составило 2,368. Около 69% значений  $b$  приходятся на диапазон 2,18-2,54, и около 13% - на диапазон 2,68-2,80. Однако средняя величина  $b = 2,368$ , рассчитанная по всем эмпирическим уравнениям, была существенно ниже теоретического значения 2,67.

Д. Цианис и М. Менкуччини установили, что эмпирические модели обеспечивают лучшие предсказания массы дерева, чем теоретическая модель Г. Веста (West et al., 1999). Хотя последняя дает приемлемый уровень точности, ее применимость сомнительна, поскольку для ее валидации

необходимо большое количество модельных деревьев. Основной недостаток принятия универсального значения  $b$  (либо 2,368, либо 2,67) состоит в том, что нет гибкости при переходе от одной сводки данных к другой в предположении, что отношение специфических скоростей роста  $P$  и  $D$  (соответственно  $(1/P)dP/dt$  и  $(1/D)dD/dt$ ) для различных древесных пород, произрастающих в совершенно разных природных условиях, должно оставаться постоянным вопреки современному пониманию экофизиологических и экологических процессов. Поэтому принятие значения  $b$  как постоянной величины необходимо рассматривать в качестве «пробного камня», и это применимо лишь при ориентировочных оценках массы дерева.

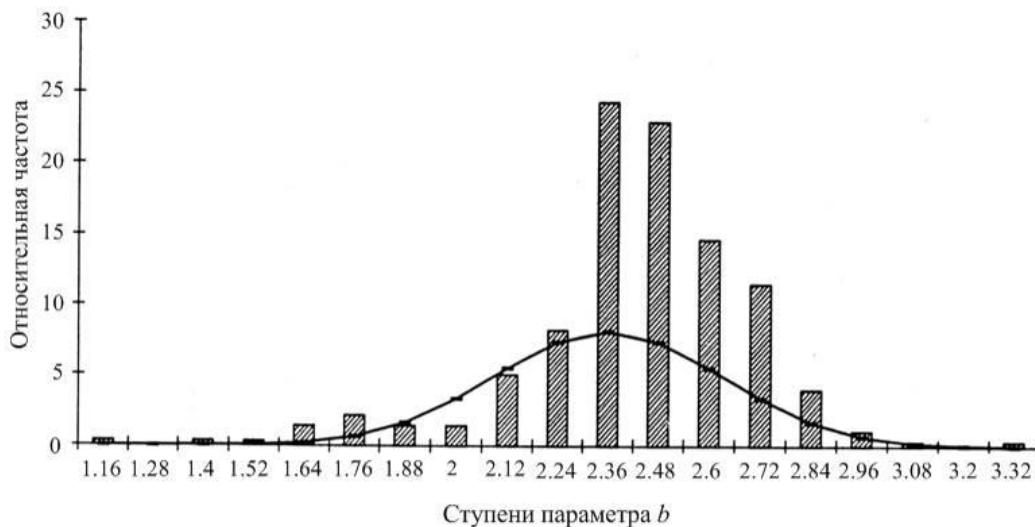


Рис. 70. Распределение частот по ступеням параметра  $b$ , полученного по 279 уравнениям (30), рассчитанным по фактическим данным разных авторов, на фоне кривой нормального распределения (Zianis, Mencuccini, 2004).

Вопрос, какая модель вида (30) предпочтительнее для оценки фитомассы на 1 га: полученная по локальным или рассчитанная по обобщенным для нескольких регионов фактическим данным деревьев – был исследован нами по материалам 1260 модельных деревьев сосны обыкновенной, которые были взяты из 10 сводок данных, приуроченных к разным регионам Северной Евразии. Количество модельных деревьев в каждой сводке варьировало в пределах от 38 до 254 (Усольцев и др., 2006, 2012). В итоге рассчитаны 107 уравнений (30) для соотношения *надземная масса* ~ *диаметр ствола* и получены для каждого значения  $a$  и  $b$ . Среднее значение  $b$  составило 2,34, что почти совпадает с величиной  $b = 2,37$ , полученной Д. Цианисом и М. Менкуччини (Zianis, Mencuccini, 2004) по 279 уравнениям (30) для нескольких десятков древесных пород мира. Однако величина его, как и в обобщении Д. Цианиса и М. Менкуччини (Zianis, Mencuccini, 2004), существенно ниже значения теоретической фрактальной модели Г. Веста ( $b = 2,67$ ).

В этой связи необходимо установить степень приемлемости моделей (30) с теоретическим или эмпирическим значением  $b$ , а также моделей (30)

разного уровня обобщения (т.е. рассчитанных по региональным или обобщенному массивам исходных данных) для адекватной оценки фитомассы на 1 га насаждения. Для расчета ошибок определения надземной фитомассы на 1 га с помощью моделей (30), рассчитанных для массы деревьев сосны, было выделено несколько уровней обобщения, с 1-го по 7-й (Усольцев и др., 2006). Базовый массив последовательно дополняли данными других регионов.

В частности, естественные сосняки Аман-Карагайского бора с 119 модельными деревьями (1-й уровень обобщения) дополнены естественными сосняками Ара-Карагайского бора и Казахского мелкосопочника и сформирован 2-й уровень обобщения (355 определений фитомассы), на 3-м уровне обобщения (609 определений) к предыдущему добавлена Красноярская лесостепь, 4-й уровень (945 определений) представлен всеми естественными сосняками и, наконец, 5-й уровень – это все 1260 определений фитомассы в естественных сосняках и культурах. Шестой уровень представлен эмпирической моделью (30) с величиной  $b = 2,34$ , и 7-й – теоретической моделью Г. Веста со значением  $b = 2,67$ . Фитомасса на 1 га рассчитана для древостоев каждой из 107 пробных площадей по каждому из четырех базовых регионов с нарастающим уровнем обобщения. С использованием рядов распределения деревьев по диаметру для каждой пробной площади получены пять определений фитомассы на 1 га.

Каждое из полученных расчетных определений сопоставлялось с фактическим запасом фитомассы на 1 га, полученным по тем же рядам распределения, но не на основе моделей (30) разного уровня обобщения или моделей (30) с разными значениями  $b$  (2,34 и 2,67), а по фактическим определениям фитомассы на каждой пробной площади отдельно. Результаты расчета стандартной ошибки определения фитомассы на 1 га по моделям шести нарастающих уровней обобщения по отношению к фактическим значениям фитомассы показали тенденцию ее увеличения по мере повышения уровня обобщения аллометрической модели (5.6) с 1-го по 6-й с коэффициентом корреляции 0,59 (рис. 71).

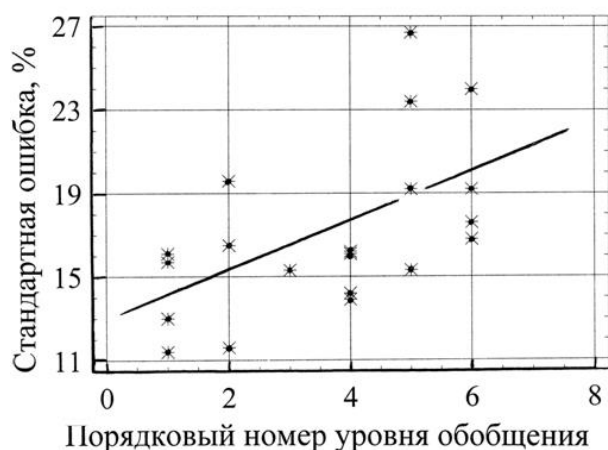


Рис. 71. Стандартная ошибка определения надземной фитомассы на 1 га по моделям (5.6) по отношению к значениям фитомассы, полученным по модельным деревьям каждой пробной площади, в зависимости от уровня обобщения моделей (5.6) (Усольцев и др., 2006).

Если на 1-м уровне обобщения средняя ошибка составила 14% в диапазоне от 11 до 16%, то на 5-6-м уровнях – 20% в диапазоне от 17 до 26%. Средняя ошибка оценки фитомассы на 1 га по модели (30) при  $b = 2,34$  составила 19% в диапазоне от 17 до 24% и по модели Г. Веста при  $b = 2,67$  – 17% в диапазоне от 13 до 21%.

Средняя стандартная ошибка определения надземной фитомассы на 1 га по модели Г. Веста оказалась на статистически значимом уровне ( $t = 7,8 > t_{05} = 2,0$ ) выше на 2,5% по сравнению с локальными моделями (1-й уровень обобщения), что логически объяснимо. В то же время, ошибка оценки фитомассы на 1 га по теоретической модели Г. Веста ниже (в среднем на 5%) по сравнению с оценкой, полученной по “всеобщей” модели, рассчитанной по всему нашему массиву 1260 определений. Хотя различие в ошибках статистически не значимо ( $t = 0,23 < t_{05} = 2,0$ ), тем не менее, логически оно необъяснимо, поскольку модель Г. Веста не имеет никакого отношения к нашим экспериментальным данным. Этот парадокс пока не имеет приемлемого объяснения.

#### 4.3. Аллометрия «масса органа ~ общая масса особи»

Другая биологическая модель, предложенная Г. Вестом с соавторами (West et al., 1997), известная как «теория метаболического масштабирования» (MST), объединяет аллометрические соотношения (30) как у растений, так и у животных. В этом случае в зависимости (30)  $Y$  – масса того или иного органа особи, а  $X$  – масса всей особи. Эта теория предполагает центральную роль системы водного транспорта в сосудах - у растений, и кровотока или дыхания - у животных. Она включает целый ряд предположений, из которых наиболее важным является фрактало-подобный дизайн системы водного транспорта в сосудах, и позволяет надеяться, что величина экспоненты масштабирования в (30), равная  $\frac{3}{4}$ , будет оптимальной. К. Никлас и Б. Энквист с коллегами (Enquist, Niklas, 2002; Niklas, 2004; McCarthy et al., 2007) развили MST на примере соотношений между частями растений. Они проверили свои предположения путем сопоставления разных биологических видов и показали, что наиболее часто экспонента масштабирования составляла  $\frac{3}{4}$ . Например, совмещая MST- модель с рядом допущений по длине, диаметру и плотности массы стволов и корней, они установили, что экспонента масштабирования в соотношениях *масса листа ~ ствол*, *листва ~ корни* и *ствол ~ корни* будет составлять соответственно  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$  и 1,0 (Enquist, Niklas, 2002).

Эти соотношения поддержаны базой данных в количестве от 400 до 700 определений (в зависимости от той или иной публикации), куда вошли данные 250-300 определений для сосудистых растений в диапазоне от небольших травянистых растений, выращенных в лаборатории, до взрослых деревьев из различных мировых естественных и искусственных лесов (Enquist, Niklas, 2002; Niklas, 2004). К. Никлас и Б. Энквист (Niklas,

Enquist, 2002) пришли к выводу, что распределение массы листьев, ствола и корней дерева сохраняется у всех семенных растений. Коэффициент детерминации  $R^2$  этих аллометрических соотношений часто превышает 0,95, что склонило исследователей (McCarthy et al., 2007) к предположению, что мы можем объяснить изменчивость распределения фитомассы во всем мировом растительном царстве на 97-99 % при условии точного определения аллометрической константы и экспоненты масштабирования в уравнении (30).

С учетом изложенного, Х. Поортер с соавторами (Poorter et al., 2015) решили проанализировать общие соотношения между частями сосудистых растений 1200 видов, произрастающих на пяти материках, на основе беспрецедентной по объему базы данных в количестве 11200 определений массы листы, ствола и корней, варьирующей от 1 мг (сеянцы в контролируемых условиях) до более 14 т (100-летние деревья).

Одна из главных задач исследования состояла в установлении степени надёжности аллометрических соотношении (30) при фиксированной величине экспоненты масштабирования. Фиксированная величина экспоненты масштабирования  $\frac{3}{4}$  для соотношений *листва* ~ *ствол* и *листва* ~ *корни*, предложенная Б. Энkvистом и К. Никласом (Enquist, Niklas, 2002) предполагает, что на каждый процент увеличения массы ствола и корней происходит увеличение массы листы на 0,75%. Если это действительно как для онтогенетической аллометрии в пределах вида, так и при её сравнении по различным видам, то это будет означать, что скорость относительного роста листы, ствола и корней будет оставаться строго пропорциональной в процессе роста, и что относительные изменения массы листы, ствола и корней будут, как правило, оставаться пропорциональными в ходе эволюции при достаточно длительной смене поколений (Huxley, 1932). Поэтому такой «закон» предполагает наличие жестких ограничений в развитии и эволюции формы и распределения масс в растениях.

Х. Поортер с соавторами (Poorter et al., 2015) предложили альтернативу MST- моделям, которую назвали «теорией адаптивного распределения масс» (АРТ). Понимая, что строго пропорциональные рост и эволюция органов не является нормой, они предположили, что развивающиеся растения гибко регулируют относительное количество листы, ствола и корней в зависимости от различных требований, которые должны выполняться на тот или иной момент (Price et al., 2012). АРТ-теория основана на общем положении, согласно которому растения могут изменять соотношения между массами различных органов в зависимости от их требований, и исходит из «теории оптимального распределения масс», которая предсказывает, как растения изменяют соотношение массы листьев, ствола и корней в зависимости от внешних условий (Brouwer, 1963; Bloom et al., 1985).

Согласно этой теории, которая, в свою очередь, разработана по аналогии с теорией оптимального кормления животных (Charnov, 1976), растения наиболее интенсивно депонируют ассимиляты в орган, который за-

хватывает наиболее дефицитный ресурс. Эта теория объясняет общую закономерность наличия меньшей массы листвы и большей массы корней у растений, приспособленных соответственно к более высокой освещенности или нехватке элементов питания (Poorter et al., 2012).

Х. Поортер с соавторами (Poorter et al., 2015) экстраполируют эти теоретические основы на случаи изменения в распределении массы в органах растений, что должно происходить, когда относительная физиологическая активность органов растений изменяется в ходе онтогенеза или филогенеза. Ожидается, что в ходе онтогенеза такие изменения происходят даже тогда, когда абиотические условия остаются постоянными. Растения могут предвосхищать подобные ситуации и изменять распределение масс в органах согласно заложенной генетической программе и/или благодаря адаптациям в ходе роста. В ходе эволюции распределение масс в органах будет корректироваться в соответствии с изменениями в размерах растений для обеспечения большего относительного преимущества в их продуктивности с учетом ключевых изменений в физиологии и внешних условиях.

Согласно этим ожиданиям, Х. Поортер с соавторами (Poorter et al., 2015) предполагали, что аллометрические соотношения масс динамичны и связаны с размерами растений; что вместо одной неизменной экспоненты имеет место ее смещение в связи с размером растения. Например, когда условия произрастания в надземной и подземной сферах остаются неизменными, молодые деревца будут иметь подобные скорости относительного роста в каждом из трех органов (Ingestad, Ågren, 1988) и, следовательно, величины всех экспонент масштабирования будут примерно одинаковы. Однако на определенном этапе, и это может быть по своей природе запрограммировано и/или вызвано изменениями состояния окружающей среды, молодые деревца начнут предпочитать отложение ассимилятов в стволы, а не в листву и корни. АРТ также предполагает, что распределение массы в стволы станет еще интенсивнее при наличии конкурентов за свет (Poorter et al., 2012), так как увеличение массы ствола подразумевает лучшие условия для перехвата света и, следовательно, при наличии конкуренции появляется дополнительный бонус в пользу ствола.

В то же время, растения, растущие в составе или в подчинении сомкнутого полога, станут на определенном этапе занимать все доступное горизонтальное пространство. Когда индекс листовой поверхности достигает примерно 5, чистое увеличение листовой поверхности уже не приведет к большему перехвату света или большему фотосинтезу (Anten et al., 1995). В этих условиях дополнительное отложение ассимилятов в листву не приведет к большей фиксации углерода, и поэтому экспонента масштабирования в соотношении *листва* ~ *ствол* будет снижаться в перспективе от 1 до 0. Когда деревья вырастают, увеличение их высоты может создать дополнительные ограничения по водному транспорту в силе вследствие гидравлических ограничений, связанных с высотой деревьев. По-

требуется увеличение депонирования ассимилятов в корневую систему (Koch et al., 2004; Steppe et al., 2011). Кроме того, при больших размерах дерева может потребоваться большее отложение ассимилятов в корни для обеспечения его механической устойчивости (Nicoll, Ray, 1996). Таким образом, у очень больших деревьев экспонента масштабирования в соотношении *ствол~корни* может увеличиваться от 1 до ещё большей величины и затем - снижаться. Эти предположения полностью подтвердились в ходе анализа упомянутых исходных данных Х. Поортера с соавторами (Poorter et al., 2015), но не на базе модели (30), а на основе логарифмического полинома 2-3го порядков:

$$\ln (Pf) = a + b_1 (\ln Pst) + b_2 (\ln Pst)^2, \quad (31)$$

$$\ln (Pf) = a + b_1 (\ln Pr) + b_2 (\ln Pr)^2, \quad (32)$$

$$\ln (Pst) = a + b_1 (\ln Pr) + b_2 (\ln Pr)^2 + b_3 (\ln Pr)^3, \quad (33)$$

где *Pf*, *Pst* и *Pr* – фитомасса соответственно хвои, ствола и корней.

Путем взятия первой производной от полученных уравнений авторы показали, что вместо постоянной величины в соотношениях (31) и (32), равной 0,75, экспонента масштабирования *b* с увеличением массы ствола в (31) снижается с 0,90 до 0,58 (**рис. 72a**) и в (32) с увеличением массы корней снижается с 1,01 до 0,67 (**рис. 72b**). А в (33) экспонента масштабирования *b* вместо постоянного значения 1,0 с увеличением массы корней вначале возрастает с 0,79 до 1,17, а затем снижается до 0,87 (**рис. 72c**).

При анализе аллометрических зависимостей (30) устанавливаются соотношения между изменениями, которые определяются различиями в размерах растений. Однако при анализе соотношений между двумя органами для организмов, которые состоят из трех или более компонент, не учитывается общая структура распределения масс (Poorter, Sack, 2012).

Этому условию удовлетворяют функциональные модели распределения масс, которые рассматривают относительные показатели массы и дают приемлемую характеристику общей структуры распределения масс, например, листы, ствола и корней. При этом масса каждого компонента делится на общую массу растения.

В этой связи Х. Поортер с соавторами (Poorter et al., 2015) пытаются установить, какие типичные соотношения существуют между относительными массами листьев, ствола и корней - с одной стороны и размером растений - с другой. Исходя из теории АРТ, они предполагают, что соотношение масс листьев, ствола и корней будет стабильным для раннего онтогенеза, а затем происходят его непрерывные изменения: у крупных растений доля массы ствола увеличится, а доля массы листьев и корней сократится, причем у крупных растений возможно увеличение массы корней, а масса листьев уменьшится до очень низких значений. На рис. 73 показаны результаты аппроксимации исходных данных массы растений, выраженных в относительных показателях (Poorter et al., 2015).

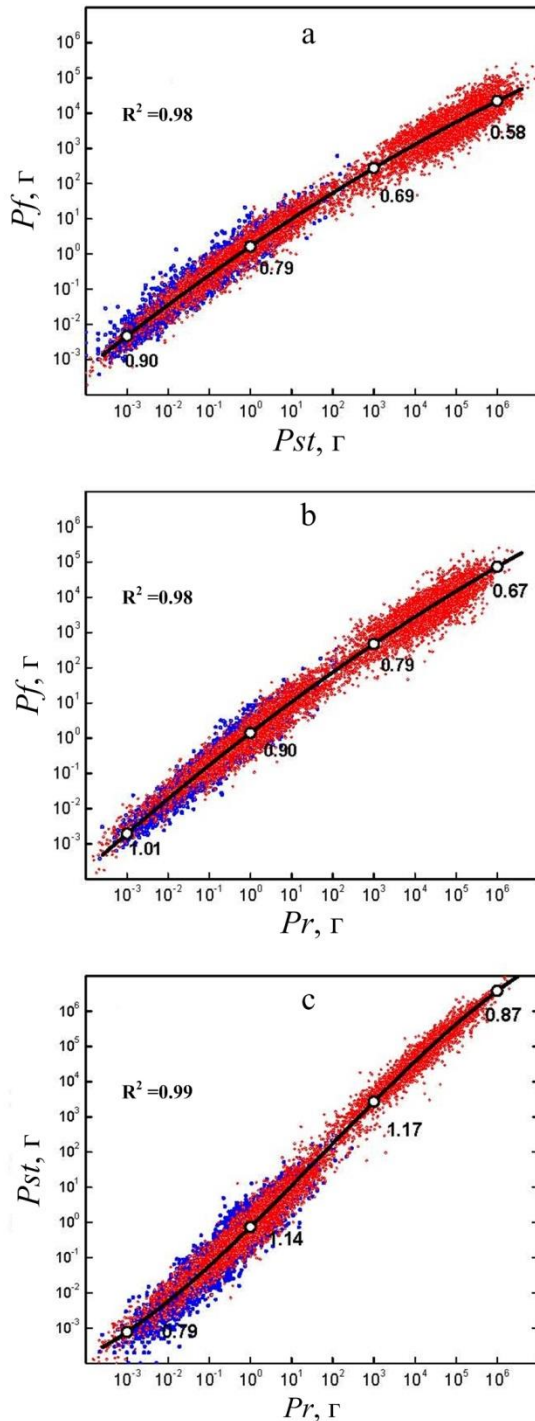


Рис. 72. Изменение экспоненты масштабирования (показана цифрами на линиях регрессии) в соотношениях *листва ~ ствол* (а), *листва ~ корни* (б) и *ствол ~ корни* (с) (Poorter et al., 2015).

Теоретические предпосылки авторов подтвердились в результате регрессионного анализа исходных данных: доля листвы в общей массе растения снижается от 0,5 до очень низких значений, стремящихся к нулю (**рис. 73а**); доля ствола в общей массе растения, напротив, возрастает примерно от 0,2 до 0,8 (**рис. 73б**), а доля корней в общей массе снижается (**рис. 73с**), но незначительно и на статистически не значимом уровне ( $R^2 = 0,21$ ).

Авторы делают вывод, что установленная ими схема распределения ассимилятов не соответствует теории метаболического масштабирования (MST).

Скорее, она поддерживает альтернативную «адаптивную теорию распределения ассимилятов» (АРТ), согласно которой происходит непрерывная корректировка распределения масс в ходе онтогенеза и эволюции (филогенеза). Таким образом, растения адаптируют размеры своих органов не только к внешней среде, но также к физиологической деятельности различных тканей, изменяющейся с увеличением размера и возраста растений (Poorter et al., 2015).



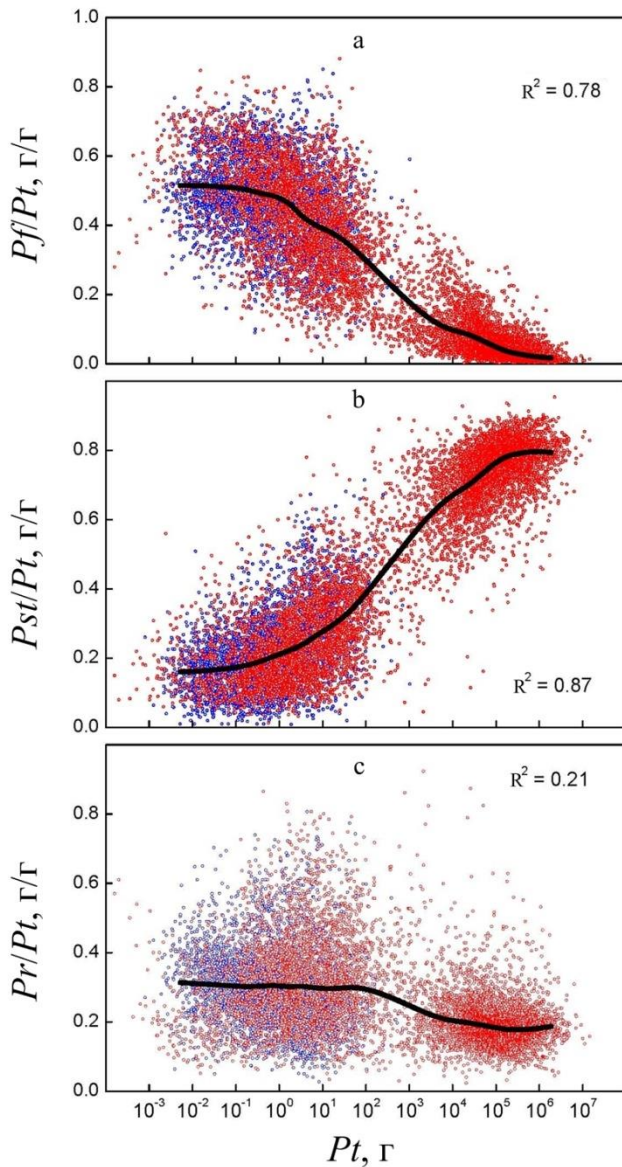


Рис. 73. Изменение доли массы листы (a), ствола (b) и корней (c) в общей массе растения (соответственно  $P_f/P_t$ ,  $P_{st}/P_t$  и  $P_r/P_t$ ) в связи с изменением общей массы (Poorter et al., 2015).

Полученные Х. Поортером с соавторами (Poorter et al., 2015) выводы проверены на материалах сформированной нами базы подеревных данных фитомассы сосны естественного (1950 деревьев) и искусственного (560 деревьев) происхождения, произрастающей на территории Евразии (рис. 74). На начальном этапе мы решили выяснить, есть ли различия в соотношениях (31-33) фитомассы разных фракций деревьев, произрастающих в естественных условиях и в культурах. Было установлено, что различие двух трендов соотношений между различными фракциями, показанное на рис. 75, статисти-

чески значимо, за исключением соотношения *масса ствола ~ масса корней*.



Рис. 74. Распределение пробных площадей, на которых выполнены измерения фитомассы деревьев сосны, на территории Евразии. Красным цветом выделены объекты естественных древостоев, жёлтым – культуры.

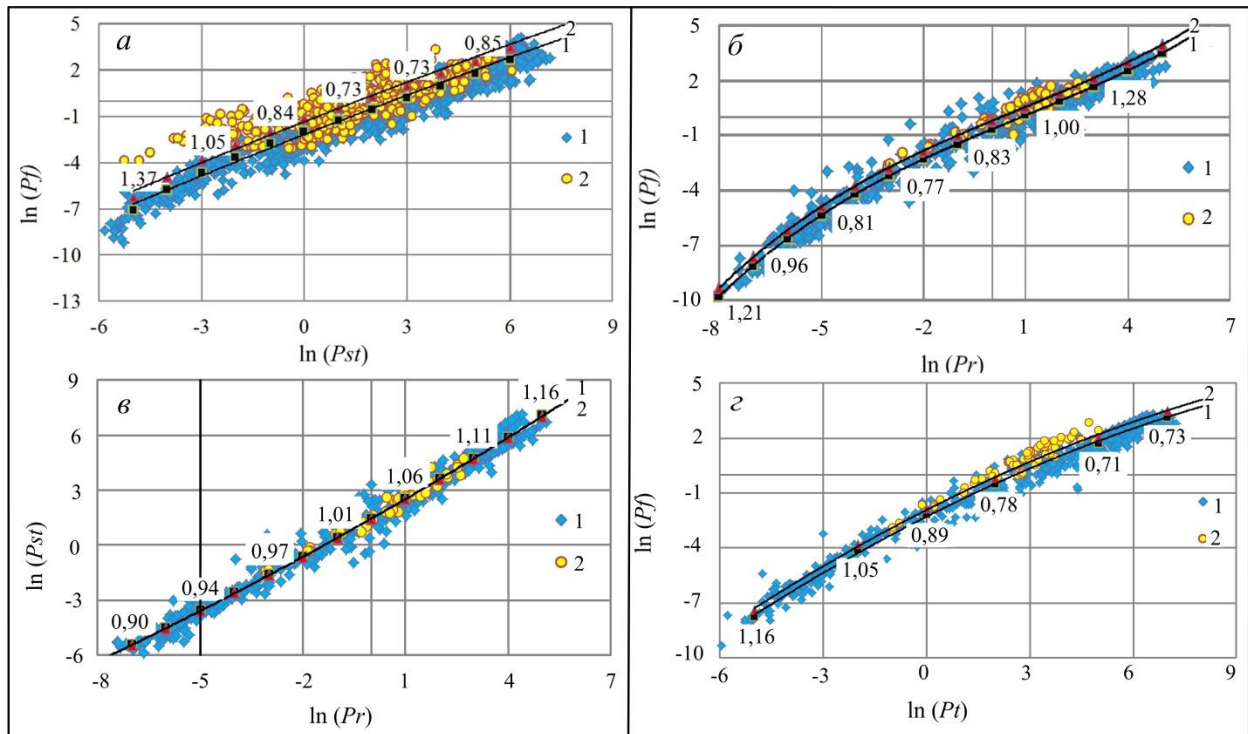


Рис. 75. Зависимости (31-33) массы хвои от массы ствола (*а*) и от массы корней (*б*); массы ствола от массы корней (*в*) и массы хвои от общей массы (*г*). Здесь и далее: регрессия (1) (синий цвет) для естественных сосняков и (2) (желтый цвет) - для культур.

Согласно изложенной выше теории метаболического масштабирования (MST) зависимость (30) имеет универсальный характер в пределах всего растительного царства. При этом, как уже упоминалось, экспонента масштабирования в соотношениях масс *хвоя* ~ *ствол*, *хвоя* ~ *корни* и *ствол* ~ *корни* должна составлять соответственно  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$  и 1,0 (Enquist, Niklas, 2002). Как было показано выше, согласно альтернативной «теории адаптивного распределения масс» (АРТ), экспонента масштабирования с увеличением размера растения не остается постоянной (см. рис. 72 и 73).

Нет постоянства ее и согласно нашим материалам: величина *b* в соотношении масс *хвоя* ~ *ствол*, вместо стабильного значения 0,75, снижается с увеличением массы ствола от 1,37 до 0,73, а затем возрастает с 0,73 до 0,85 (см. рис. 75а), в соотношении *хвоя* ~ *корни*, вместо стабильного значения 0,75, с увеличением массы корней вначале снижается от 1,21 до 0,77, а затем возрастает от 0,77 до 1,28 (см. рис. 75б), в соотношении *ствол* ~ *корни*, вместо стабильного значения 1,0, возрастает с 0,90 до 1,16 (см. рис. 75с).

Динамика относительных показателей массы разных фракций в связи с общей массой дерева (рис. 76) имеет общий тренд с теорией АРТ лишь в отношении массы хвои (см. рис. 73а) и частично - массы корней (см. рис. 73с), а по массе ствола различие существенное, а следовательно, теоретические предпосылки зависимости, показанной на рис. 73б, не подтверждаются нашими результатами.

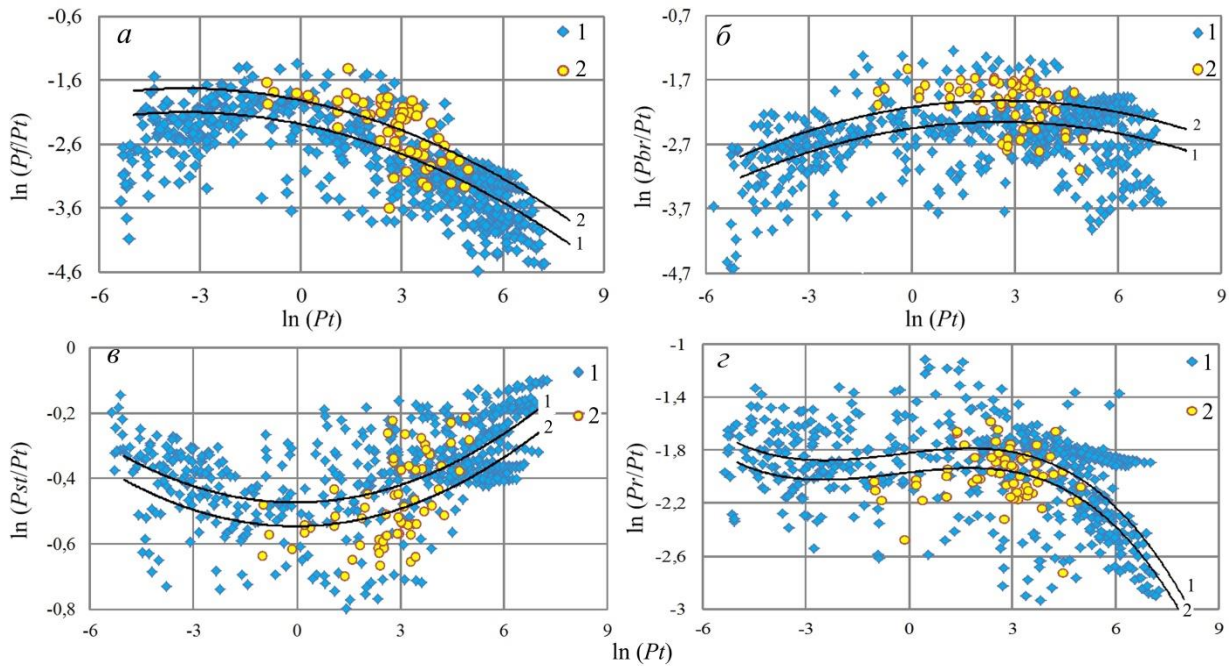


Рис. 76. Изменение доли массы листьев (*a*), ветвей (*б*), ствола (*в*) и корней (*г*) в общей массе растения (соответственно  $Pf/Pt$ ,  $Pbr/Pt$ ,  $Pst/Pt$  и  $Pr/Pt$ ) в связи с изменением общей массы  $Pt$ .

Мы выполнили аналогичный анализ структуры фитомассы деревьев лиственницы, произрастающей в трех экорегионах (Усольцев и др., 2015d): сухой степи Тургайского прогиба, плакорных обитаниях на вечной мерзлоте в низовьях р. Пур и в пойменных условиях там же (соответственно 28, 27 и 80, всего - 135 деревьев).

Чтобы согласовать между собой регрессионные модели биологической продуктивности насаждений разных экорегионов, их объединили в систему с блоковыми фиктивными переменными (Дрейпер, Смит, 1973), которая дает возможность оценить степень “дистанцирования” показателей фитомассы деревьев по различным экорегионам:

$$\ln(Pf) = a + b_1(\ln Pst) + b_2(\ln Pst)^2 + b_3X1 + b_4X2, \quad (34)$$

где  $X1$  и  $X2$  – блоковые фиктивные переменные, посредством которых выполнена кодировка принадлежности локальных массивов данных о фитомассе деревьев лиственницы по схеме, представленной в **табл. 22**.

Установили, во-первых, что различие зависимостей (34) для первых двух регионов статистически не значимо ( $t=1,7 < t_{05}=2,0$ ), и они объединены в один исходный массив (линия регрессии (1) на **рис. 77**). Но уравнения для объединенного массива и для речной поймы различаются ( $t=4,2 > t_{05}=2,0$ ), и регрессионные линии сдвинуты относительно друг друга по оси ординат на величину 0,329 (соответственно линии регрессии (1) и (2) на **рис. 77**).



Схема кодирования массивов данных блоковыми фиктивными переменными

№	Регион, в котором получены данные о фитомассе лиственницы	X1	X2
1	Тургайский прогиб. Культуры лиственницы Сукачёва	0	0
2	Западная Сибирь, лесотундра, плакоры на мерзлоте. Естественные древостои лиственницы сибирской	1	0
3	Западная Сибирь, лесотундра, пойменные террасы. Естественные древостои лиственницы сибирской	0	1

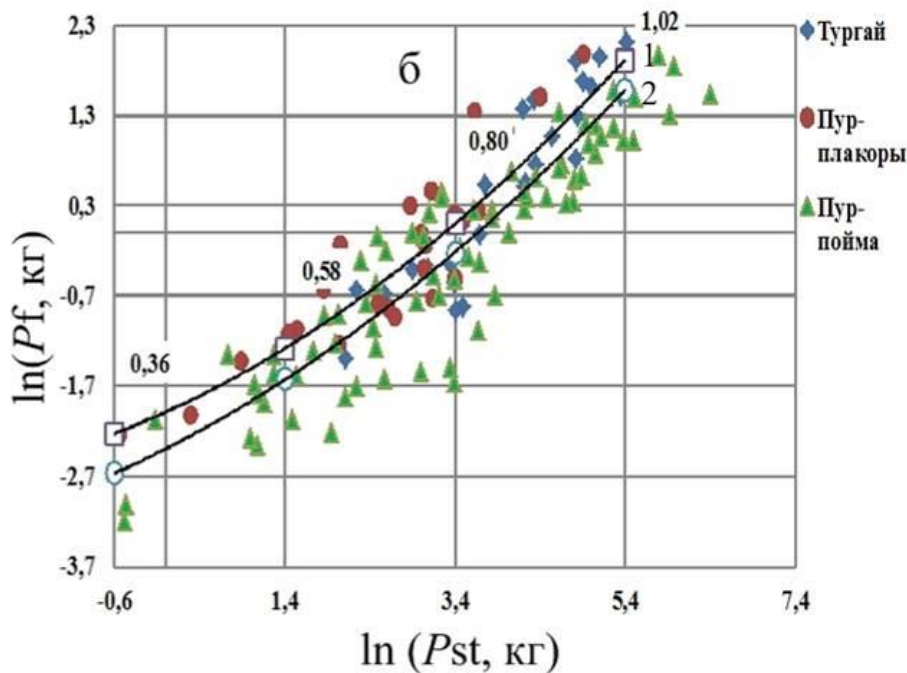


Рис. 77. Результаты анализа трёх массивов исходных данных фитомассы деревьев лиственницы: 1 – для Тургайского прогиба и плакоров лесотундры, 2 – для речных пойм лесотундры.

В окончательном варианте уравнение (34) имеет вид

$$\ln(Pf) = -1,9895 + 0,4263(\ln Pst) + 0,0550(\ln Pst)^2 - 0,4472(X2). \quad (35)$$

Согласно уравнению (35) значение  $b$  в соотношении *хвоя ~ ствол* не остается неизменным и возрастает с 0,36 до 1,02 (см. **рис. 77**). Таким образом, мы показали, что в логарифмических координатах поля распределения данных лучше описываются уравнением параболы, а не прямой. Кривизна линий регрессии на **рис. 72a**, **75a** и **77** имеет противоречивый характер, что, по сути, исключает какую-либо биологическую их интерпретацию, по крайней мере, ту, которую предложили Х. Поортер с соавторами (Poorter et al., 2015).

Анализ относительных показателей фитомассы (по аналогии с такими для сосны) выполнен по данным, полученным для фитомассы деревьев лиственницы, на основе уравнения

$$\ln(P_i/P_a) = a + b_1 \ln(P_a) + b_2 (\ln P_a)^2 + b_3 X_1 + b_4 X_2, \quad (36)$$

где  $P_i$  – масса  $i$ -й фракции, соответственно хвои ( $P_f$ ) и ствола ( $P_{st}$ ), кг;  $P_a$  – надземная фитомасса, кг.

Характеристика уравнений (36) для относительных показателей фитомассы хвои и ствола приведена в **табл. 23**.

Таблица 23

Характеристика уравнений (36) для относительных показателей фитомассы лиственничных деревьев

Зависимая переменная	Константы при независимых переменных*					R <sup>2</sup>	Ошибка уравнения
	$a$	$b_1(\ln P_a)$	$b_2(\ln P_a)^2$	$b_3(X_1)$	$b_4(X_2)$		
$\ln(P_f/P_a)$	-2,4065	-0,3568	0,0202	-	-0,3260	0,518	0,35
$\ln(P_{st}/P_a)$	-0,2679	0,0582	-0,0062	-0,0552	0,0341	0,403	0,05

\* Все константы значимы на уровне  $P_{95}$ .

Характер полученных кривых (**рис. 78**) в общих чертах подтверждает концепцию Х. Поортера с соавторами (2015), хорошо известную в биологии и морфологии древесных растений. Однако в лиственничниках кривые имеют не S-образный, как на **рис. 73а,б**, а монотонный характер, поскольку в наших данных отсутствуют данные соотношения масс растений на ранних стадиях онтогенеза, начиная от проростков. Поскольку диапазон данных фитомассы лиственничных деревьев (от 1 до 800 кг) приходится на правую часть поля распределения фактических данных на **рис. 73** (от  $10^3$  до  $10^6$  г), характер зависимостей в этом диапазоне примерно один и тот же (ср. **рис. 73а,б** и **78**).

Установлено также, что различие зависимостей (36) для ( $P_f/P_a$ ), полученных для первых двух, крайних по экологическим условиям регионов (сухая степь и многолетняя мерзлота на плакорах), статистически не значимо ( $t = 1,67 < t_{05} = 2,0$ ), и они объединены в один исходный массив (линия регрессии (1,2) на **рис. 78а**). Но уравнения для объединенного массива и для речной поймы различаются ( $t = 4,8 > t_{05} = 2,0$ ), и регрессионные линии сдвинуты относительно друг друга по оси ординат на величину 0,326 (соответственно линии регрессии (1,2) и (3) на **рис. 78а**).

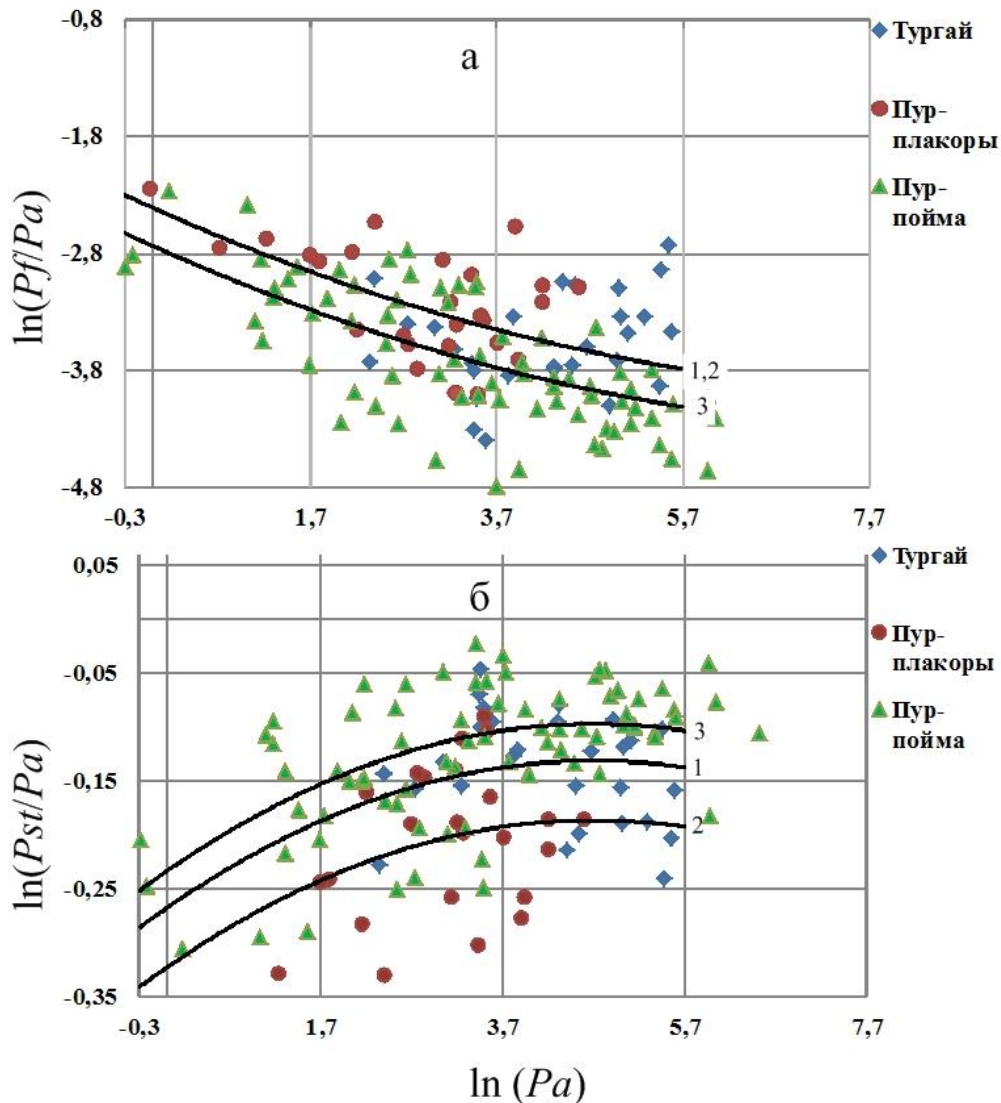


Рис. 78. Зависимость относительной массы хвои (а) и ствола (б) от надземной массы растения в лиственничниках трех экорегионов: 1 – Тургайский прогиб, 2 – плакеры лесотундры, 3 – речные поймы лесотундры.

Линии регрессии (36) для  $(Pst/Pa)$ , полученные для двух экорегионов в лесотундре, сдвинуты относительно линии, полученной для сухой степи. При этом линия для плакоров сдвинута со знаком «минус» на величину 0,055 относительно линии для сухой степи (см. табл. 23), и этот сдвиг статистически значим ( $t=3,6 > t_{05}=2,0$ ). Линия для речных пойм сдвинута со знаком «плюс» на величину 0,034 (см. табл. 23) относительно линии для сухой степи, и этот сдвиг также статистически значим ( $t=2,8 > t_{05}=2,0$ ). Таким образом, при одной и той же надземной фитомассе дерева доля ствола в ней в сухой степи больше, чем на плакорах лесотундры, но меньше, чем в поймах там же.

Итак, установлено, что экспонента масштабирования в аллометрическом уравнении (30) не является постоянной величиной, как предполагает модель MST, предложенная Г. Вестом. Полученное её значение по нашим фактическим данным фитомассы в сосняках и лиственничниках не под-

тверждает и биологическую трактовку по модели АРТ, предложенной Х. Поортером, поскольку характеры полученных кривых по разным исходным данным фитомассы не совпадают, а бывают даже противоположными.

Мы рассмотрели здесь чисто технический вопрос: показали, что в логарифмических координатах поля распределения данных лучше описываются уравнением параболы, а не прямой. Характеры кривых на **рис. 72, 75 и 77**, а также на **рис. 73, 76 и 78** во многом не совпадают, что, по сути, исключает какую-либо биологическую их интерпретацию. Поскольку мы исследуем стохастические процессы, то всегда имеется доверительный интервал, в пределах которого каждое из полученных значений  $b$  является истинным (Усольцев и др., 2015г). Поэтому более продуктивным может быть не сравнительный анализ тех или иных теорий, а изучение и интерпретация доверительных интервалов, характеризующих аналитическое описание исследуемого процесса.

Представленные в данном разделе 1.4 материалы позволяют сделать вывод, что дилемма «законы или закономерности» решается в пользу последних. Наличие стохастических закономерностей в распределении фитомасс по разным органам древесных растений неизбежно обуславливают и стохастическую природу зависимостей ПАА от эндо- и экзогенных факторов, которые, как было показано в разделе 1.2, отличаются большой неопределённостью.

#### *5. Трансконтинентальные климатические градиенты продуктивности ассимиляционного аппарата (ПАА) лесобразующих древесных пород Евразии*

Для анализа климатически обусловленной географии ПАА лесобразующих пород Евразии нами использованы те же фактические данные о ЧПП и фитомассе насаждений (Usoltsev, 2013), что и в главах 1 и 2 (см. **рис. 16, 17, 18**). В регрессионные уравнения в качестве «объясняющих изменчивость» независимых переменных, как и в предыдущих главах, мы включаем, наряду с климатическими параметрами, возраст и запас древостоя.

Выполнен многофакторный регрессионный анализ климатически обусловленной (географической) ординации запаса стволовой древесины и ПАА лесных экосистем согласно рекурсивной системе уравнений (стрелкой показана последовательность расчетов):

$$M = f(A, Zon, IC) \rightarrow Za/Pf = f(A, M, Zon, ICKh), \quad (37)$$

где  $Za$  – годичный прирост надземной фитомассы древостоя (надземная ЧПП) в абсолютно сухом состоянии, т/га;  $Pf$  – фитомасса хвои (листвы) древостоя в абсолютно сухом состоянии, т/га;  $A$  – возраст древостоя, лет;

$M$  - запас, м<sup>3</sup>/га;  $Zon$  – номер зонального пояса;  $ICKh$  – индекс континентальности, по Хромову (1957).

В результате получены характеристики уравнений (37), приведенные в табл. 249.

Таблица 24

## Характеристика уравнений (37)

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (37)								
	$a_0$	$a_1$ (lnA)	$a_2$ (lnA) <sup>2</sup>	$a_3$ (lnM)	$a_4$ ln(Zon)	$a_5$ (lnZon) <sup>2</sup>	$a_6$ (ln ICKh)	$R^2$	SE
Сосна, подвид <i>Pinus</i>									
ln(M)	-3,4953	3,6729	-0,3804	-	2,1786	-0,9350	-0,2222	0,529	0,65
ln(Za/Pf)	14,851	0,2174	-0,0631	0,1082	-0,6586	0,3878	-3,3712	0,403	0,31
Лиственница									
ln(M)	0,4181	2,5984	-0,2573	-	1,6134	-	-0,6623	0,552	0,51
ln(Za/Pf)	5,4986	-0,3043	-	-0,0701	-	-	-0,7298	0,602	0,22
Ель и пихта									
ln(M)	5,3823	1,8253	-0,1622	-	0,5656	-	-1,1514	0,419	0,48
ln(Za/Pf)	1,4170	-1,7846	0,1674	0,2017	-0,7578	0,6533	0,3522	0,680	0,28
Береза									
ln(M)	-1,1591	1,8329	-0,1529	-	5,2892	-2,4570	-0,3373	0,600	0,50
ln(Za/Pf)	4,5869	-0,2359	-	0,1342	1,8872	-0,8989	-0,9922	0,514	0,20
Осина и тополи									
ln(M)	-7,0907	0,3316	-	-	-5,9973	2,9159	3,0378	0,434	0,37
ln(Za/Pf)	6,1248	-0,3831	-	-0,0478	-0,1050	-	-0,7859	0,744	0,10
Дуб									
ln(M)	1,5112	0,9646	-	-	-0,0972	-	-0,1208	0,359	0,56
ln(Za/Pf)	3,8715	-1,6727	0,1450	0,3987	1,1789	-0,7151	-0,2812	0,704	0,17

В уравнениях, приведенных в табл. 24, за редким исключением, все регрессионные коэффициенты при независимых переменных значимы на уровне вероятности  $P_{0,5}$ , что свидетельствует об их адекватности и воспроизводимости результата.

Путем последовательного табулирования уравнений (37), приведенных в табл. 24, получены возрастные тренды искомым величин для каждого зонального пояса и в зональных поясах – для индексов континентальности климата в пределах от 55 до 95. Окончательные результаты, полученные в виде таблицы возрастных трендов изменения ПАА по зональным поясам и в пределах каждого – в связи с задаваемыми значениями индекса континентальности, приведены в приложении 10.

Из упомянутых таблиц для 3-го зонального пояса и индекса континентальности, равного 75, взяты и представлены в виде графиков возрастные тренды запасов стволовой древесины (рис. 79а) и ПАА (рис. 79б). Запас стволовой древесины монотонно увеличивается с возрастом, при этом различается у разных древесных пород. При одном и том же возрасте



наблюдается снижение запасов в следующем порядке: ель, лиственница, берёза, сосна, дуб и осина с тополями. Величина ПАА с возрастом почти у всех пород монотонно снижается, а при одном и том же возрасте увеличивается в следующем порядке: ель, сосна, берёза, дуб, лиственница и осина с тополями.

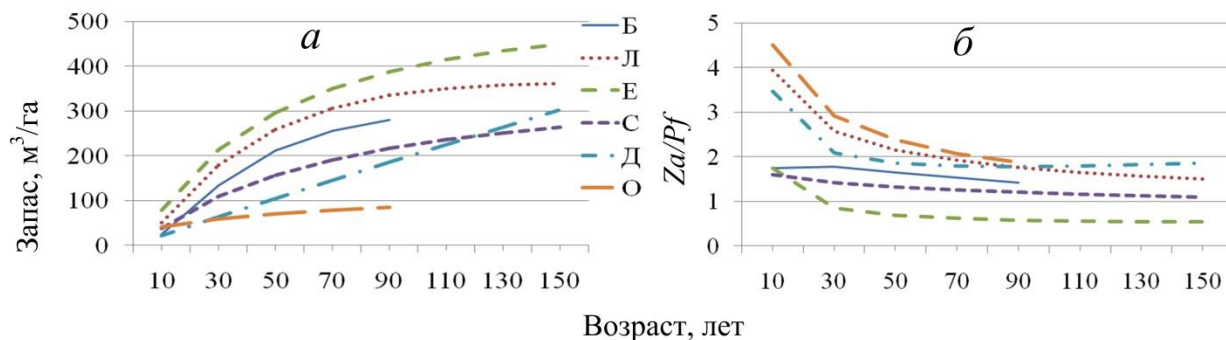


Рис. 79. Возрастная динамика расчетных значений запаса стволовой древесины (а) и ПАА (б). Обозначения древесных пород здесь и далее: С – сосна, Л – лиственница, Е – ель и пихта, Б – берёза, Ос – осина и тополи и Д – дуб.

Далее из расчетных возрастных трендов рекурсивной системы уравнений (37) взяты значения ПАА в возрасте 100 лет для хвойных и 50 лет – для березняков и построены соответствующие графики (рис. 80). Из этих графиков следует, что в направлении с севера на юг ПАА у листопадных пород в основном снижается, а у вечнозеленых ели и сосны в диапазоне от 2-го до 5-го зональных поясов возрастает. По мере увеличения континентальности климата ПАА всех пород снижается, наиболее интенсивно в сосняках, менее интенсивно – в листопадных и практически не изменяется в елово-пихтовых сообществах. Причины подобных расхождений пока установить не представляется возможным. Необходимо дальнейшее наполнение базы данных и поиск иных алгоритмов моделирования связей ПАА с иными климатообусловленными факторами.

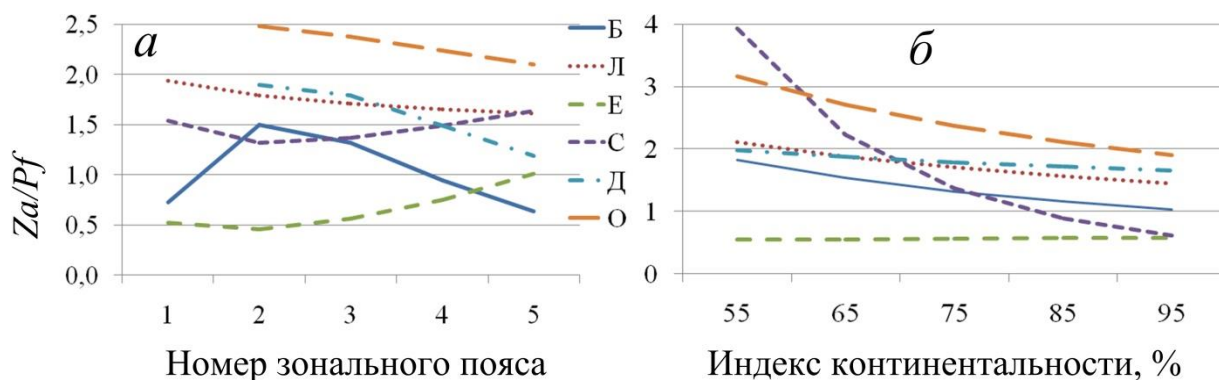


Рис. 80. Связь расчётных значений ПАА в возрасте насаждений 100 лет для хвойных и дубовых и 50 лет для березняков и осинников с зональной принадлежностью при индексе континентальности 75 (а) и с индексом континентальности в 3-м зональном поясе (б).

### Заключение по главе 3.

Чисто теоретическая предпосылка взаимообусловленности фитомассы и ЧПП распространяется также на связь между массой (поверхностью) ассимиляционного аппарата и годичной продукцией фитомассы дерева или древостоя. Последняя активно исследуется в древостоях всех лесобразующих пород, начиная с XIX столетия, и характеризуется корреляцией на уровне 0,80-0,99. Показано, что масса хвои (листвы) дерева связана не только с годичным приростом ствола, но одновременно - с возрастом, высотой дерева и диаметром его ствола.

На уровне древостоя исследуется связь ЧПП (в том или ином объеме) с массой листвы или индексом листовой поверхности (LAI), которая, однако, в чистом виде не существует и корректируется влиянием возраста древостоя, добротности местопроизрастания, густотой, давностью прореживания, интенсивностью опада и отпада фракций фитомассы. В общем случае способность растительных сообществ аккумулировать органическое вещество зависит от степени перехвата солнечной энергии лесным пологом. Линейный характер связи прироста фитомассы с LAI соответствует условиям неполного перехвата солнечной энергии древесным пологом и по мере приближения уровня названного перехвата к 100%-му характер зависимости меняется с линейного на асимптотический либо колоколообразный.

Продуктивность ассимиляционного аппарата (ПАА) (foliage efficiency), определяемая величиной ЧПП, приходящейся на единицу массы ассимиляционного аппарата, является важной характеристикой продукционного процесса (так же, как ЧПП и УдЧПП). Изменение ПАА деревьев в пределах древостоя в зависимости от класса роста характеризуется в древостоях разных пород, разного возраста и различной морфологии совершенно неоднозначными трендами: убывающим, возрастающим и колоколообразным.

В возрастной динамике древостоев ПАА изменяется обычно по колоколообразной кривой, по-видимому, сопряженной с динамикой годичного прироста фитомассы (ЧПП) и напряженностью конкурентных отношений в древостоях. Варьируя в древостоях разных пород, показатели ПАА в древостоях листопадных пород в целом выше по сравнению с вечнозелеными. Они изменяются также в связи с эдафическими факторами и уровнем атмосферных загрязнений, снижаясь, как по мере снижения добротности местопроизрастаний, так и с повышением интенсивности загрязнений.

Одна из причин большого диапазона варьирования ПАА как при разных, так и при идентичных уровнях экзо- и эндогенных факторов, возможно, состоит в том, что ход биопродукционного процесса определяется не только величиной того или иного показателя ПАА, но и спецификой распределения прироста между фракциями как дерева, так и древостоя. Анализ различных теорий распределения ассимилятов между фракциями

фитомассы показал, что никаких «законов» в этой области нет, а есть лишь закономерности, исключаящие какую-либо биологическую их интерпретацию. Поскольку мы исследуем стохастические процессы, то всегда имеется доверительный интервал, в пределах которого каждая из закономерностей является истинной. Поэтому более продуктивным может быть не сравнительный анализ тех или иных теорий и «законов», а изучение и интерпретация доверительных интервалов, характеризующих аналитическое описание исследуемого процесса.

На основе сформированной базы данных ЧПП и фитомассы сосняков, лиственничников, елово-пихтарников, березняков, насаждений *Porus* и *Quercus* на территории от Великобритании до Японии и юга Китая установлены статистически значимые трансконтинентальные изменения ПАА. Установлено, что запас стволовой древесины монотонно увеличивается с возрастом и различается у разных древесных пород. При одном и том же возрасте наблюдается снижение запасов в следующем порядке: ель, лиственница, берёза, сосна, дуб и осина с тополями. Величина ПАА с возрастом почти у всех пород монотонно снижается, а при одном и том же возрасте увеличивается в следующем порядке: ель, сосна, берёза, дуб, лиственница и осина с тополями.

В направлении с севера на юг ПАА спелых древостоев листопадных пород в основном снижается, а у вечнозеленых ели и сосны в диапазоне от 2-го до 5-го зональных поясов возрастает. По мере увеличения континентальности климата ПАА спелых древостоев всех пород снижается, наиболее интенсивно в сосняках, менее интенсивно – в листопадных и практически не изменяется в елово-пихтовых сообществах. Причины подобных расхождений пока установить не представляется возможным. Необходимо дальнейшее наполнение базы данных и поиск иных алгоритмов моделирования связей ПАА с иными климатообусловленными факторами.

## Общее заключение

Первые сведения о климатических градиентах растительного покрова Евразии были разработаны русскими учеными В.В. Докучаевым и В.Л. Комаровым, давшими представление о его соответственно широтной и меридиональной зональности. В 1940-60 гг. на основе интегральных климатических индексов С. Патерсона, И. Века, Ж. Пардэ были составлены первые карты растительного покрова, Л.Р. Холдриджом разработана трёхфакторная схема классификации растительных формаций земного шара, Н.И. Базилевич и Л.Е. Родиным на основе фактических данных о биологической продуктивности растительного покрова планеты составлены первые в мире картосхемы продуктивности главнейших типов растительности суши.

В последние годы на основе накопленных фактических данных о биологической продуктивности лесов даны их распределения по широтному градиенту и показаны убывающие тренды в направлении от экватора к северному и южному полюсам (Anderson et al., 2006; Huston, Wolverton, 2009). Обсуждаются принципы и возможности оценки биологической продуктивности лесов с помощью современных математических моделей в ориентации на изменения климата в XXI веке (Корзухин, 2015).

В отношении закономерностей изменения биологической продуктивности лесного покрова в связи с основными определяющими факторами - температурой и количеством осадков – сложилась парадоксальная ситуация: если первые попытки подобного анализа были успешными, и получены статистически значимые её зависимости от того и другого факторов (Lieth, 1974), то по мере накопления фактических данных о биологической продуктивности проследить достаточно чёткие зависимости стало невозможно (Luuyssaert et al., 2007), хотя, казалось бы, при большем числе наблюдений искомые зависимости должны быть более значимыми. Возможные причины, по крайней мере, две: анализировался обезличенный по породному составу материал и игнорировалась возрастная и морфологическая структура древесной растительности.

В предложенной монографии предпринята первая попытка выявить закономерности изменения биологической продуктивности лесных фитоценозов по основным лесообразующим породам (родам) с учетом их возраста и морфологии в двух климатически обусловленных градиентах Евразии – природной зональности и степени континентальности климата – на основе сформированной автором наиболее представленной на сегодня базы данных о фитомассе и первичной продукции лесов в количестве более 8 тыс. определений.

Проанализирована биологическая продуктивность лесов по трём ее показателям: (1) чистой первичной продукции (ЧПП) как количества фитомассы, произведенной насаждением на единице площади в единицу вре-

мени, (2) удельной чистой первичной продукции (УдЧПП) как отношения ЧПП к величине фитомассы, выражаемой в относительных единицах или в процентах и (3) продуктивности ассимиляционного аппарата (ПАА), определяемой величиной ЧПП, приходящейся на единицу массы ассимиляционного аппарата.

Исследование трансконтинентальных трендов биологической продуктивности лесных фитоценозов выполнено на уровне многофакторного регрессионного анализа, при этом в качестве независимых переменных в уравнения включены принадлежность пробной площади к тому или иному зональному поясу и характеристика ее местоположения величиной индекса континентальности. Поскольку фактические данные о биологической продуктивности представлены в широком диапазоне возраста и морфологических характеристик, для обеспечения сопоставимых показателей биопродуктивности разработана система рекурсивных уравнений, в первом звене которой рассчитываются зависимости морфологических показателей от возраста древостоев, дифференцированные по зональным поясам и индексам континентальности, а во втором выполняется «привязка» к ним показателей биопродуктивности. Из полученных возрастных трендов искомым показателям, распределенных по зональным поясам и индексам континентальности, взяты их значения в возрасте 50 лет для мелколиственных и 100 лет для остальных пород (родов) и построены графики, характеризующие трансконтинентальные изменения этих значений как по зональному градиенту, так и по градиенту континентальности климата.

Показано, что по зональному градиенту надземная и общая ЧПП сосняков и елово-пихтарников монотонно возрастает в направлении от северной к южной оконечности материка, лиственничники и березняки имеют максимум в 3-м и древостой *Populus* – во 2-м зональных поясах, а по дубовым древостоям четкой закономерности не выявлено. В пределах одного зонального пояса надземная и общая ЧПП монотонно снижается в направлении от атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности в Якутии, как у хвойных, так и у лиственных. ЧПП нижнего яруса у всех пород, за исключением дуба, монотонно возрастает в направлении к субэкваториальному поясу. Для дубовых фитоценозов четкой закономерности не выявлено. В пределах одного зонального пояса по мере приближения к полюсу континентальности ЧПП нижнего яруса у подрода *Pinus* и рода *Quercus* монотонно понижается, а у остальных пород – увеличивается.

Отношение подземной ЧПП к надземной по зональному градиенту у подрода *Pinus* находится в максимуме в умеренном поясе, понижаясь в северном и южном направлениях, у всех лиственных в южном направлении монотонно повышается, а у остальных пород – снижается. Аналогичные закономерности были установлены и по соотношению названных фитомасс. В пределах одного зонального пояса по мере приближения к полюсу континентальности отношение подземной ЧПП к надземной в лиственнич-

никах, елово-пихтарниках и дубняках монотонно снижается, а у остальных пород возрастает.

Отношение ЧПП нижнего яруса к общей (надземной и подземной) ЧПП древостоя по зональному градиенту в сосняках, лиственничниках и елово-пихтарниках находится в минимуме во 2-м зональном поясе, повышаясь в северном и южном направлениях, в дубняках минимум приходится на 3-4 пояса, а у остальных лиственных в южном направлении монотонно повышается. В пределах одного зонального пояса отношение ЧПП нижнего яруса к общей ЧПП древостоя по мере приближения к полюсу континентальности в сосняках снижается, в дубовых насаждениях имеется максимум при индексе континентальности 75%, а у остальных пород монотонно возрастает. Таким образом, не выявлено общих для всех древесных пород закономерностей изменения фитомассы и ЧПП в двух трансконтинентальных климатических градиентах.

Выявлены статистически значимые трансконтинентальные изменения УдЧПП надземной, подземной и нижнего яруса. Однако между древесными породами (родами) обнаружены существенные расхождения в полученных закономерностях, которым пока нельзя дать приемлемое объяснение. Возможная причина – игнорирование скорости опада и отпада фитомассы, которая может быть видоспецифичной и существенно различаться в климатически обусловленных градиентах. Необходимы дальнейшие исследования. Информация о величине УдЧПП в насаждениях разного породного состава и морфоструктуры имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение: зная величины УдЧПП и фитомассы, можно расчетным путем получить значения ЧПП насаждения, не прибегая к закладке соответствующих пробных площадей.

Установлены статистически значимые трансконтинентальные изменения ПАА и стволового запаса. Запас стволовой древесины монотонно увеличивается с возрастом и различается у разных древесных пород. При одном и том же возрасте наблюдается снижение запасов в следующем порядке: ель, лиственница, берёза, сосна, дуб и осина с тополями. Величина ПАА с возрастом почти у всех пород монотонно снижается, а при одном и том же возрасте увеличивается в следующем порядке: ель, сосна, берёза, дуб, лиственница и осина с тополями. В направлении с севера на юг ПАА спелых древостоев листопадных пород в основном снижается, а у вечнозеленых ели и сосны в диапазоне от 2-го до 5-го зональных поясов возрастает. По мере увеличения континентальности климата ПАА спелых древостоев всех пород снижается, наиболее интенсивно в сосняках, менее интенсивно – в листопадных и практически не изменяется в елово-пихтовых сообществах. Причины подобных расхождений пока установить не представляется возможным.

Изложенные закономерности получены впервые и имеют предварительный характер: по мере дальнейшего наполнения базы фактических данных о биологической продуктивности насаждений, в особенности ЧПП,

применения более совершенных расчётных алгоритмов и в связи с изменением климата они могут быть подвержены смещениям.

Результаты исследования могут быть полезны в менеджменте биосферных функций лесов, они дают предварительное представление о возможных смещениях показателей биологической продуктивности лесов в связи со сдвигами широтной и меридиональной зональности под влиянием изменения климата.

### Список использованной литературы

- Алексеев В.А.* Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. 227 с.
- Алисов Б.П., Полтараус Б.В.* Климатология. М.: Изд-во МГУ, 1974. 300 с.
- Андрущенко А.П.* Надземная фитомасса сосновых культур в разных типах леса // Труды Харьковского с.-х. ин-та. 1976. Т. 225. С. 52-59.
- Антанайтис В.В., Загреев В.В.* Прирост леса. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 200 с.
- Антанайтис В.В., Тябера А.П., Шяпетене Я.А.* Законы, закономерности роста и строения древостоев: Методическое пособие. Каунас: Литовская сельскохозяйственная академия, 1986. 157 с.
- Анучин Н.П.* Лесная таксация. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 532 с.
- Базилевич Н.И., Дроздов А.В., Родин Л.Е.* Продуктивность растительного покрова Земли, общие закономерности размещения и связь с факторами климата // Журнал общей биологии. 1968. Т. 29. № 3. С. 261-271.
- Базилевич Н.И., Родин Л.Е.* Картограммы продуктивности и биологического круговорота главнейших типов растительности суши // Изв. ВГО. 1967. Т. 99. № 3. С. 190-194.
- Базилевич Н.И., Гребенищikov О.С., Тишков А.А.* Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.
- Базилевич Н.И., Титлянова А.А.* Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 381 с.
- Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Кузин С. Н.* Углеродный цикл в еловых экосистемах северной тайги // Экология. 2006. № 1. С. 23-31.
- Борисов А.А.* Климаты СССР. М.: Просвещение, 1967. 296 с.
- Будыко М.И., Ефимова Н.А.* Использование солнечной энергии природным растительным покровом на территории СССР // Ботан. журнал. 1968. Т. 53. № 10. С. 1384-1389.
- Бузыкин А.И., Исмагилов А.М., Суворова Г.Г., Щербатюк А.С.* Оценка продуктивности деревьев и древостоев // Лесоведение. 1991. № 6. С. 16-25.

*Ведрова Э. Ф.* Деструкционные процессы в углеродном цикле лесных экосистем Енисейского меридиана: Автореф. дис. ...докт. биол. наук. Красноярск: ИЛ СО РАН им. В.Н. Сукачева, 2005. 60 с.

*Виленкин Б.Я.* Взаимодействующие популяции // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978. С. 5-16.

*Воробейчик Е.В.* Статическая аллометрия в случае существенно неоднородных выборок: опасность артефакта // Сибирский экологический журнал. 2001. № 5. С. 631-636.

*Воронин П.Ю., Коновалов П.В., Блондинский В.К., Кайбияйнен Л.К.* Хлорофильный индекс и фотосинтетический сток углерода в лесах Северной Евразии // Физиология растений. 2004. № 51. С. 390-395.

*Габеев В.Н.* Экология и продуктивность сосновых лесов. Новосибирск: Наука, 1990. 229 с.

*Германова Н.И.* Разложение опада как показатель интенсивности круговорота элементов в лесных насаждениях Южной Карелии // Лесоведение. 2000. № 3. С. 30-35.

*Григорьев А.А., Будыко М.И.* О периодическом законе географической зональности // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110. № 1. С. 129-132.

*Гульбе Я.И., Гульбе Т.А., Гульбе А.Я., Ермолова Л.С.* Удельная продуктивность фитомассы древостоев основных лесообразующих пород // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность, мониторинг и адаптационные технологии. Материалы международной конференции. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. С. 197-200.

*Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.

*Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. Кн. 1. М.: Финансы и статистика, 1986. 366 с.

*Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. Кн. 2. М.: Финансы и статистика, 1987. 351 с.

*Дроздов А.В.* Продуктивность зональных наземных растительных сообществ и показатели водно-теплового режима территории // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л.: Наука, 1969. С. 33-39.

*Дылис Н.В.* Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 152 с.

*Дюльдин А.А.* Коэффициент вариации и аллометрия // Экология. 1973. № 6. С. 97-99.

*Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И.* Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений // Лесоведение. 2000. № 6. С. 54-63.

*Зыряев А.Г.* Соотношение между массой хвои и текущим приростом у лиственницы сибирской // Лесное хозяйство. 1964. № 4. С. 28-29.

*Иванов Л.А., Коссович Н.Л.* О работе ассимиляционного аппарата различных древесных пород. Часть 1. Сосна // Журнал Русского ботанического общества. 1930. Т. XV. Вып. 3. С. 195-240.



*Иванов Л.А., Коссович Н.Л.* О работе ассимиляционного аппарата древесных пород // Ботанический журнал. 1932. Т. XVII. № 1. С. 37-41.

*Иванчиков А.А.* Фитомасса сосняков Карелии и ее изменение с возрастом древостоев // Лесные растительные ресурсы Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1974. С. 37- 51.

*Ивахненко А.Г.* Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наукова Думка, 1982. 296 с.

*Казимиров Н.И.* Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.

*Казимиров Н.И., Волков А.Д., Зябченко С.С., Иванчиков А.А., Морозова Р.М.* Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л.: Наука, 1977. 304 с.

*Кайрюкштитс Л.А.* Научные основы формирования высокопродуктивных елово-лиственных насаждений. М.: Лесн. пром-сть, 1969. 208 с.

*Кашанов Р.Ш.* О балансе органического углерода в природно-хозяйственной системе Башкортостана // Изв. РГО. 2002. Т. 134. Вып. 3. С. 39-42.

*Колтунова А.И.* Моделирование роста и продуктивности древостоев (на примере некоторых лесообразующих пород Северной Евразии): Автореф. дис... д.с.-х.н. – 06.03.02. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. 40 с.

*Корзухин М.Д.* Расчетные оценки влияния изменения климата на продуктивность лесов (обзор подходов) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2015. Т. XXVI. № 2. С. 33-58.

*Коссович Н.Л.* Влияние рубок ухода на ассимиляцию, освещение и прирост ели в елово-лиственном древостое // Рубки ухода за лесом. Л.: ЦНИИЛХ, 1940. С. 90-135.

*Коссович Н.Л.* Фотосинтез и продуктивность 45-летних елей в елово-лиственном древостое в результате рубок ухода 6-летней давности // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. М.: Наука, 1967. С. 129-150.

*Кофман Г.Б.* Приложения теории подобия к анализу роста и изреживания древостоев: Автореф. дис. ...канд. физ.-мат. наук. Красноярск: Ин-т физики СО АН СССР, 1981. 23 с.

*Кофман Г.Б.* Уравнения роста и онтогенетическая аллометрия // Математическая биология развития. М.: Наука, 1982. С. 49-55.

*Кофман Г.Б., Кузьмичев В.В.* Подобие в процессе роста и изреживания древостоев // Пространственно-временная структура лесных биогеоценозов. Новосибирск: Наука, 1981. С. 125-151.

*Кулагина М.А.* Биологическая продуктивность и круговорот микроэлементов // Продуктивность сосновых лесов. М.: Наука, 1978. С. 90-178.

*Курнаев С.Ф.* Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 203 с.

*Лит Х.* Моделирование первичной продуктивности Земного шара // Экология. 1974. № 2. С. 13-23.

*Лосицкий К.Б., Чуенков В.С.* Эталонные леса. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 192 с.

*Люддегорд Г.* Влияние климата и почвы на жизнь растений (пер. с нем.). М.: Сельхозгиз, 1937. 387 с.

*Мина Н.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.

*Молчанов А.А.* Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 488 с.

*Молчанов А.А.* Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М.: Наука, 1971. 275 с.

*Мухин В. А.* Скорость биодеструкции древесины в северных районах Западно-Сибирской равнины // 3-я Всес. конф. по биоповреждениям. Донецк, 19-21 окт., 1987. Тез. докл. Ч. 1. М., 1987. С. 35-36.

*Нагимов З.Я.* Масса и продуктивность ассимиляционного аппарата в сосновых древостоях Среднего Урала // Лесная геоботаника и биология древесных растений / Сб. науч. тр. Брянск: Брянский технолог. ин-т, 1987. С. 62-68.

*Науменко И.М.* Текущий объемный прирост насаждений // Научные записки Воронежского лесохозяйственного ин-та. Т. 9. Воронеж: Воронежское областное книгоиздательство, 1946. С. 121-148.

*Наумов А.В.* Дыхание почвы: составляющие, экологические функции, географические закономерности. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 208 с.

*Норицина Ю.В.* Биологическая продуктивность березы в связи с происхождением и географией насаждений: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. 23 с.

*Одум Ю.* Основы экологии. Пер. 3-го англ. изд. М.: Мир, 1975. 740 с.

*Орлов М.М.* Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов. М.: Государственное техническое изд-во, 1928. 757 с.

*Орлов М.М.* Лесная таксация. 3-е изд. Л.: Изд. журн. «Лесное хоз-во и лесн. пром-сть», 1929. 532 с.

*Оскретков М.Я.* Изменение количества и качества хвои сосны в зависимости от полноты и возраста древостоев // Тр. Брянского лесохозяйствен. ин-та. Т. 7. 1956. С. 29-37.

*Паламарчук И.В.* Закономерности роста и накопления фитомассы естественных сосняков (на примере Северной Евразии): Автореф. дис. ...канд. биол. наук. 03.02.01. Оренбург: ОГПУ, 2013. 24 с.

*Палуметс Я.К.* Опыт моделирования распределения фитомассы ели // Лесоведение. 1990. № 3. С. 43-48.

*Панченко Т.М.* Продуктивность кедрового стланика в фитоценозах юга Магаданской области // Ботан. журн. 1985. Т. 70. № 1. С. 67-76.

*Полозова Л.Г.* О характеристике континентальности климата // Известия Всесоюзного географического общества. 1954. Т. 86. № 5. С. 412-422.

*Полякова Н.Ф.* Соотношения между массой листвы, приростом древесины и транспирацией // ДАН СССР. 1954. Т. 96. № 6. С. 1261-1263.

*Пристова Т.А.* Круговорот веществ во вторичном лиственнично-хвойном насаждении средней тайги // Научные доклады Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 489. Сыктывкар, 2006. С. 1-20.

*Пишеничникова Л.С.* Формирование и продуктивность сосново-лиственничных молодняков // Продуктивность сосновых лесов. М.: Наука, 1978. С. 45-68.

*Рачко П.* Имитационная модель роста дерева // Журн. общ. биологии. 1978. Т. 39. № 6. С. 563-571.

*Рачко П.* Имитационная модель динамики роста дерева как элемента биогеоценоза // Проблемы кибернетики. 1979. Вып. 52. С. 73-111.

*Росс Ю.К.* Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 344 с.

*Санников С.Н.* Экологическая оценка естественного возобновления сосны в припышминских борах-зеленомошниках: дис. ...канд. биол. наук. Свердловск: АН СССР, Уральский филиал, 1965. 359 с. (Фонды Института экологии растений и животных УрО РАН).

*Сафонов М.А.* Скорость микогенной деструкции древесины в лесах Южного Приуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. Т. 2. Естественные и технические науки. 2006. № 2. С. 18 – 21.

*Сидаравичюс Й.М.* Изменение биологической продуктивности деревьев при различном уровне атмосферного загрязнения // Закономерности роста и производительности древостоев. Каунас: ЛитСХА, 1985. С. 228-230.

*Смагин В.Н., Семечкин И.В., Поликарпов Н.П., Тетенькин А.Е., Бузыкин А.И.* Лесохозяйственное районирование Сибири // Лесные растительные ресурсы Сибири. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1978. С. 5-23.

*Соколов И.М.* Фракталы // Квант. 1989. № 5. С. 6-13.

*Тарасов М. Е.* Методические подходы к определению скорости разложения древесного детрита // Лесоведение. 2002. № 5. С. 32-38.

*Титлянова А. А., Тесаржова М.* Режимы биологического круговорота. Новосибирск: Наука, 1991. 150 с.

*Тулохонов А.К., Пунцукова С.Д., Скулкина Н.А., Кузнецов Ю.А.* Вклад лесов Бурятии в баланс стока и эмиссии углерода // География и природные ресурсы. 2006. № 2. С. 41-48.

*Турский Г.М.* Очерки по теории прироста. М.: Кооперативное изд-во «Жизнь и знание», 1925. 72 с.

*Усольцев В.А.* Элементы биологической продуктивности березово-осиновых лесов Северного Казахстана: Автореф. дис... канд. с.-х. наук - 06.03.03. Екатеринбург: Уральский лесотехнический институт, 1973. 26 с.

*Усольцев В.А.* Применение регрессионного анализа при исследовании возрастной динамики фитомассы березы и осины // Лесоведение. 1976а. № 1. С. 35-39.

*Усольцев В.А.* Формирование ствола у березы семенного и порослевого происхождения в аспекте аллометрического роста // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1976б. № 7. С. 83-88.

*Усольцев В.А.* Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1985. 191 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3353>).

*Усольцев В.А.* Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, Сибирское отд-ние, 1988. 253 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3352>).

*Усольцев В.А.* Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 216 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3376>).

*Усольцев В.А.* Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 541 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3224>).

*Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 708 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3280>).

*Усольцев В.А.* Регрессия в пассивном эксперименте: от Налимова – к Нагимову // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. Вып. 3. Брянск: БГИТА, 2002а. С. 50-54 ([http://science-bsea.bgita.ru/2002/leskomp\\_2002/usoltsev\\_regres.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2002/leskomp_2002/usoltsev_regres.htm)).

*Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. Екатеринбург: УрО РАН, 2002б. 762 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3302>).

*Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: предельная продуктивность и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 406 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3303>).

*Усольцев В.А.* Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3281>).

*Усольцев В.А.* Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 570 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/2606>).

*Усольцев В.А.* География удельной первичной продукции фитомассы лесов и неопределенности ее оценки и интерпретации // Эко-Потенциал. 2014б. № 1(5). С. 139-163 (<http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/3186/1/Usoltsev.pdf>).

*Усольцев В.А., Канунникова О.В., Платонов И.В.* Исследование ошибок при оценке углеродного пула лесов посредством аллометрических моделей // Современные проблемы устойчивого управления лесами, инвентаризации и мониторинга лесов. Материалы международной конференции. С.-Петербург: С.-ПБГЛТА, 2006. С. 363-370.

*Усольцев В.А., Азаренок В.А., Бараковских Е.В., Накай Н.В.* Депонирование и динамика углерода в фитомассе лесов уральского региона // Лесная таксация и лесоустройство. 2009. № 1(41). С. 108-115.

*Усольцев В.А., Накай Н.В., Уразова А.Ф., Борников А.В., Жанабаева А.С., Бергман И.Е.* Углероддепонирующая способность лесов: базы данных, методы оценки, география // Генетика, экология, и география дендропопуляций и ценоэкосистем. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. С. 84-92.

*Усольцев В.А., Воронов М.П., Часовских В.П.* Чистая первичная продукция лесов Урала: методы и результаты автоматизированной оценки // Экология. 2011. № 5. С. 334-343.

*Усольцев В.А., Воробейчик Е.Л., Бергман И.Е.* Биологическая продуктивность лесов Урала в условиях техногенного загрязнения: Исследование системы связей и закономерностей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 365 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/458>).

*Усольцев В.А., Гаврилин Д.С., Колтунова А.И., Борников А.В.* География чистой первичной продукции древостоев рода *Larix* в пределах Евразии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (46). С. 8-11 (<http://orensau.ru/ru/nauka/izvestija>).

*Усольцев В.А., Часовских В.П., Норицина Ю.В.* Географические градиенты чистой первичной продукции березовых лесов Евразии // Экология. 2015а. № 3. С. 1-9 (DOI: 10.7868/S0367059715030129).

*Усольцев В.А., Субботин К.С., Часовских В.П.* Изменение удельной первичной продукции сосновых насаждений по трансконтинентальным климатическим градиентам Евразии // Эко-потенциал. 2015б. № 3(11). С. 24-31 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4808>).

*Усольцев В.А., Кофман Г.Б., Субботин К.С., Гаврилин Д.С.* О моделировании распределения ассимилятов в фитомассе деревьев // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 февраля 2015 г.: в 13 частях. Часть 4. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015г. С. 152-154 (<http://ucom.ru/doc/conf/2015.02.28.04.pdf>).

*Усольцев В.А., Гаврилин Д.С., Субботин К.С.* Фитомасса деревьев лиственницы на северном и южном пределах и составление справочно-нормативных таблиц // Эко-Потенциал. 2015д. № 2(10). С. 7-16 (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4305>).

*Усольцев В.А., Часовских В.П., Цепордей И.С.* Фитомасса лесов Евразии: исследование системных связей средствами информационных технологий. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2018. 133 с.

Уткин А.И., Гульбе Я.И., Гульбе Т.А., Замолодчиков Д.Г. Связь надземной чистой первичной продукции с фитомассой и с запасами насаждений (поиск моделей по материалам базы данных) // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. Материалы Всероссийской конференции. Красноярск: Ин-т леса СО РАН им. В.Н. Сукачева, 2004. С. 477- 479.

*Хильми Г.Ф.* Энергетика и продуктивность растительного покрова суши. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 62 с.

*Хлюстов В.К., Макаренко А.А.* Зависимость текущего прироста от полноты древостоев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1983. № 8. С. 88-91.

*Хромов С.П.* К вопросу о континентальности климата // Изв. Всесоюзного географического общества. 1957. Т. 89. № 3. С. 221-225.

*Чагина Е.Г.* Биологический круговорот в сосняках разной продуктивности // Почвенные факторы продуктивности сосняков. Новосибирск: Наука, 1976. С. 168-190.

*Чернявский Н.В.* Подход к разработке количественной оценки типов леса УССР // Современные проблемы лесной типологии / Под ред. Л.П. Рысина. М.: Наука, 1985. С. 72-75.

*Чертов О.Г., Комаров А.С., Зудин С.Л., Михайлов А.В.* Базовая модель роста дерева, основанная на экологических параметрах // Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. М.: Наука, 2007. С. 147- 156.

*Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Нильссон С.* Материалы к познанию современной продуктивности лесов России // Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России – учет лесов и организация лесного хозяйства: Матер. международного семинара. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. С. 5-37.

*Шмидт В.М.* Аллометрический рост органов растений // Применение математических методов в биологии. Л.: ЛГУ, 1969. Вып. 4. С. 109 – 116.

*Шмитхюзен И.* Общая география растительности (пер. с нем.). М.: Прогресс, 1966. 310 с.

*Яблоков А.С.* Культура лиственницы и уход за насаждениями. М.: Гослестехиздат, 1934а. 128 с.

*Яблоков А.С.* Лиственница европейского севера // Физико-механические свойства древесины дуба, лиственницы, березы и сосны. М.: Гослестехиздат, 1934б. С. 89-135.

*Akaike H.* A new look at statistical model identification // IEEE Transactions on Automatic Control. 1974. AU-19. P. 716-723.

*Albrektson A., Aronsson A., Tamm C.O.* The effect of forest fertilization on primary production and nutrient cycling in the forest ecosystem // Silva Fennica. 1977. Vol. 11. No. 3. P. 233-239.

*Albrektson A., Valinger E.* Relations between tree height and diameter, productivity and allocation of growth in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) sample tree material // Crop Physiology of Forest Trees / Tigerstedt P.M.A., Puttonen P., Koski V. (eds.). Helsinki: University of Helsinki, 1985. P. 95-105.

*Anderson K.J., Allen A.P., Gillooly J.F., Brown J.H.* Temperature-dependence of biomass accumulation rates during secondary succession // Ecology Letters. 2006. No. 9. P. 673-682.

*Anten N.P.R., Schieving F., Medina E., Werger M.J.A., Schuffelen P.* Optimal leaf area indices in C3 and C4 mono- and dicotyledonous species at low and high nitrogen availability // Physiologia Plantarum. 1995. Vol. 95. P. 541-550.

*Assmann E.* Waldertragskunde: Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München, Bonn, Wien: BLV Verlagsgesellschaft, 1961. 492 S.

*Backman G.* Drei Wachstumsfunktionen (Verhulst's, Gompertz', Backman's) // Wilhelm Roux' Arch. Entwicklungsmechanik der Organismen. 1938. Nr. 138. S. 37-58.

*Barnsley M.* Fractals everywhere. Boston: Academic Press Inc., 1988. 396 p.

*Bartelink H.H.* A model of dry matter partitioning in trees // Tree Physiology. 1998. Vol. 18. P. 91-101.

*Bengtsson L.* From short-range barometric modelling to extended-range global weather predictions: a 40-year perspective // Tellus. 1999. Vol. 51A-B. P. 13-32.

*Berezovskaya F.S., Karev G.P., Kisliuk O.F., Khlebopros R.G., Tselniker Yu.L.* Fractal approach to computer-analytical modeling of tree crown // Internal Report IC/92/267. Miramare-Trieste, 1993. 12 p. Bloom et al., 1985

*Bolstad P.V., Vose J.M., McNulty S.G.* Forest productivity, leaf area and terrain in Southern Appalachian deciduous forests // Forest Sci. 2001. Vol. 47. No. 3. P. 419-427.

*Boysen Jensen P.* Die stoffproduktion der Pflanzen. Jena: Gustav Fischer, 1932. 108 s.

*Borders B.E., Bailey R.L.* A compatible system of growth and yield equations for slash pine fitted with restricted three-stage least squares // Forest Science. 1986. V. 32. No 1. P. 185-201.

*Bray J.R.* Root production and the estimation of net productivity // Canadian Journal of Botany. 1963. Vol. 41. P. 65- 72.

*Brix H.* Effects of thinning and nitrogen fertilization on growth of Douglas-fir: relative contribution of foliage quantity and efficiency // Can. J. For. Res. 1983. Vol. 13. P. 167-175.

*Bröms E., Axelsson B.* Variation in carbon allocation pattern as a base for selection in Scots pine // Tigerstedt P.M.A., Puttonen P., Koski V. (eds.). Crop physiology of forest trees. Proceedings, Intern. Conference. Helsinki, 1985. P. 81-93.

*Brouwer R.* Some aspects of the equilibrium between overground and underground plant parts // Jaarboek van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek aan Landbouwgewassen. 1963. P. 31-39 (рулл.).

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. I. Mitteilung: die Weymouthsföhre // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1929. Bd. XV. H. 2. S. 243-292.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. II. Mitteilung: die Douglasie // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1935. Bd. XIX. H. 1. S. 20-72.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. III. Mitteilung: Nadelmenge und Zuwachs bei Föhren und Fichten verschiedener Herkunft // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1937. Bd. XX. H. 1. S. 100-114.

*Burger H.* Der Kronenaufbau gleichalteriger Nadelholzbestände // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1939a. Bd. XXI. H. 1. S. 5-57 (Sonderabdruck).

*Burger H.* Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1939b. Bd. XXI. H. 1. S. 147-176.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. IV. Mitteilung: Ein 80 jähriger Buchenbestand // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1940. Bd. XXI. H. 2. S. 306-348.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. V. Mitteilung: Fichten und Föhren verschiedener Herkunft auf verschiedenen Kulturorten // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1941. Bd. XXII. H. 1. S. 9-62.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. VI. Mitteilung: Ein Plenterwald mittlerer Standortsgüte. Der bernische Staatswald Toppwald im Emmental // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1942. Bd. XXII. H. 2. S. 376-445.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. VII. Mitteilung: Die Lärche // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1945. Bd. XXIV. H. 1. S. 7-103.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. VIII. Mitteilung: Die Eiche // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1947. Bd. XXV. H. 1. S. 210-279.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. IX. Mitteilung: Die Föhre // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1948. Bd. XXV. H. 2. S. 432-493.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. X. Mitteilung: Die Buche // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1950. Bd. XXVI. H. 2. S. 418-468.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. XI. Mitteilung: Die Tanne // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1951a. Bd. XXVII. S. 246-286.

*Burger H.* Aufastung, Entnadelung und Zuwachs bei jungen Fichten und Föhren // Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn. 1951b. Bd. 47. S. 8-16.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. XII. Mitteilung: Fichten im Plenterwald // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1952. Bd. XXVIII. S. 108-156.

*Burger H.* Holz, Blattmenge und Zuwachs. XIII. Mitteilung: Fichten in gleichaltrigen Hochwald // Mitt. Schweiz. Anstalt Forstl. Versuchswesen. 1953. Bd. XXIX. S. 38-130.

*Busse W.* Baumkrone und Schaftzuwachs // Forstwissenschaftl. Centralblatt. 1930. Bd. 52. S. 310-318.

*Calamini G., Gregori E., Hermanin L., Lopresti R.* Studio di una faggeta dell'Appennino Pistoiese. Ulteriori indagini su biomassa e produzione primaria netta: distribuzione nelle componenti delle chiome (Study on a beech stand of Central Italy. Further investigations on biomass and net primary production: dis-



tribution in the crown components) // *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*. 1989. Vol. 37. P. 373-399 (итал.).

*Cannell M.G.R.* The scientific background // *Biomass forestry in Europe: a strategy for the future*. (Hummel F., Palz W., Grassi G., eds.). London & New York: Elsevier Applied Science, 1988. P. 83-140.

*Cannell M.G.R.* Physiological basis of wood production: a review // *Scand. J. For. Res.* 1989. Vol. 4. No. 4. P. 459-490.

*Cannell M.G.R., Sheppard L.J., Ford E.D., Wilson R.H.F.* Clonal differences in dry matter distribution, wood specific gravity and foliage "efficiency" in *Picea sitchensis* and *Pinus contorta* // *Sivae Genetica*. 1983. Vol. 32. P. 195-202.

*Charnov E.L.* Optimal foraging, the marginal value theorem // *Theoretical Population Biology*. 1976. Vol. 9. P. 129-136.

*Clark D.A., Brown S., Kicklighter D.W., Chambers J.Q., Thomlinson J.R., Ni J.* Measuring net primary production in forests: concepts and field methods // *Ecological Applications*. 2001. Vol. 11. No. 2. P. 356-370.

*Clutter J.L.* Compatible growth and yield models for loblolly pine // *Forest Science*. 1963. V. 9. No 3. P. 354-371.

*Councler E.* Über den Gehalt dreien auf gleichem Boden erwachsenen Nadelbäume: Tanne, Fichte, Lärche - an Trockensubstanz, Stickstoff und Mineralstoffen // *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*. 1886. Bd. 18. S. 35—375, 417—441.

*Davidson R.L.* Effect of root/leaf temperature differentials on root/shoot ratios in some pasture grasses and clover // *Annals of Botany (N.S.)*. 1969. Vol. 33. No. 131. P. 561-569.

*DeAngelis D.L., Gardner R.H., Shugart H.H.* Productivity of forest ecosystems studied during the IBP: The woodlands data set // Reichle D. E. (ed.). *Dynamic properties of forest ecosystems*. IBP-23. Cambridge: Univ. Press, 1981. P. 567-672.

*Dengler A.* Kronengröße, Nadelmenge und Zuwachsleistung von Altkiefern // *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*. 1937. Jahrgang 69. S. 321-336.

*Dhar P.K., Giuliani A.* Laws of biology: why so few? // *Systems and Synthetic Biology*. 2010. Vol. 4. P. 7-13.

*Dubois E.* Sur le rapport du poids de l'encéphale avec la grandeur du corps chez les mammifères // *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*. 1897. Vol. 8. P. 337-376.

*Duhamel du Monceau H.L.* La physique des arbres; où il est traité de l'anatomie des plantes et de l'économie végétale: pour servir d'introduction au "Traité complet des bois et des forests". Volumes 1 à 2. Paris: Chez H.L. Guérin et L.F. Delatour, 1758.

*Ebermayer E.* Die gesammte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldbaues (Resultate der forstlichen Versuchsstationen Bayerns). Berlin: Springer, 1876. 416 S.

*Enquist B.J., Niklas K.J.* Invariant scaling relations across tree-dominated communities // *Nature*. 2001. Vol. 410. P. 655-660.

*Enquist B.J., Niklas K.J.* Global allocation rules for patterns of biomass partitioning in seed plants // *Science*. 2002. Vol. 295. P. 1517-1520.

*Fang J., Liu G., Xu S.* Biomass and net productivity of forest vegetation in China // *Acta Ecologica Sinica*. 1996. Vol. 16. No. 5. P. 497-508 (кит., рез. англ.).

*Fassnacht K.S., Gower S.T.* Interrelationships among the edaphic and stand characteristics, leaf area index and aboveground net primary production of upland forest ecosystems in north central Wisconsin // *Can. J. For. Res.* 1997. Vol. 27. P. 1058-1067.

*Ford E.D.* High productivity in a polestage Sitka spruce stand and its relation to canopy structure // *Forestry*. 1982. Vol. 55. No. 1. P. 1-17.

*Forrest W.G., Ovington J.D.* Organic matter changes in an age series of *Pinus radiata* plantations // *Journal of Applied Ecology*. 1970. Vol. 7. P. 177-186.

*Fowler A., Low K., Stone J.* Earth observation for sustainable development: Using space-based technology for monitoring Canada's forests // *Information Forestry*. April 2002. Canadian Forest Service. Pacific Forestry Centre. Victoria; British Columbia. P. 6-7.

*Fujimori T.* Primary productivity of a young *Tsuga heterophylla* stand and some speculations about biomass of forest communities on the Oregon coast. USDA Forest Service. Research paper PNW – 123. 1971. 11 p.

*Geleznoff N.I.* Recherches sur la quantité et la répartition de l'eau dans la tige des plantes // *Bull. de l'acad. de St-Petersbourg*. 1875. XXII, No. 3.

*Gholz H.L.* Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest // *Ecology*. 1982. Vol. 63, No. 2. P. 469-481.

*Gould S.* Allometry and size in ontogeny and phylogeny // *Biological Reviews*. 1966. Vol. 41. P. 587-640.

*Gower S.T., McMurtrie R.E., Murty D.* Aboveground net primary production decline with stand age: potential causes // *Tree*. 1996. Vol. 11. No 9. P. 378-382.

*Gower S.T., Vogel J.G., Norman J.M.* et al. Carbon distribution and aboveground net primary production in aspen, jack pine and black spruce stands in Saskatchewan and Manitoba, Canada // *J. Geophys. Res.* 1997. Vol. 102. No. D24. P. 29-41.

*Harris W.F., Goldstein R.A., Henderson G.S.* Analysis of forest biomass pools, annual primary production and turnover of biomass for a mixed deciduous forest watershed // Young H.E. (ed.) IUFRO biomass studies. Orono: University of Maine, USA, 1973. P. 43-64.

*Hartig R.* Wachstumsuntersuchungen an Fichten // *Forstlich-Naturwissenschaftl. Zeitschrift*. 1896. Bd. 5. S. 1-15, 33-45.

*Hou L., Xi W., Zhang S.* Effect of understory on a natural secondary forest ecosystem carbon budget // *Russian Journal of Ecology*. 2015. Vol. 46. No. 1. P. 51–58.

*Houghton J.T., Filho L.G.M., Callander B.A., Harris N., Kattenberg A., Maskell K.* Climate change 1995 // *The science of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 572 p.

*Huston M.A., Wolverton S.* The global distribution of net primary production: resolving the paradox // *Ecological Monographs*. 2009. V. 79. No. 3. P. 343–377 ([http://www.academia.edu/244228/The\\_global\\_distribution\\_of\\_net\\_primary\\_production\\_resolving\\_the\\_paradox](http://www.academia.edu/244228/The_global_distribution_of_net_primary_production_resolving_the_paradox)).

*Huxley J.* Problems of relative growth. Methuen & Co., London, 1932. 296 p.

*Ingestad T., Ågren G.I.* Nutrient uptake and allocation at steady-state nutrition // *Physiologia Plantarum*. 1988. Vol. 72. P. 450-459.

*Jarvis P.G.* Increasing forest productivity and value of temperate coniferous forest by manipulating site water balance // *Forest Potentials: Productivity and Value*. Weyerhaeuser Science Symposium, 4. Washington, 1985. P. 39-74.

*Jarvis P.G., Leverenz J.W.* Productivity of temperate, deciduous and evergreen forests // *Encyclopedia of Plant Physiology 12D. Physiological Plant Ecology IV. Ecosystem Processes: Mineral Cycling, Productivity and Man's Influence*. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, New York, 1983. P. 233-280.

*Jiang H., Apps M.J., Zhang Y., Peng C., Woodard P.M.* Modelling the spatial pattern of net primary productivity in Chinese forests // *Ecological Modelling*. 1999. Vol. 122. P. 275-288.

*Kajihara M.* Relationship between crown dimensions and stem volume increment in sugi (*Cryptomeria japonica*) and hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) // *Bull. of Kyoto Prefectural University Forests*. 1982. Vol. 26. P. 16-23.

*Kajimoto T., Kurachi N., Chiba Y., Utsugi H., Ishizuka M.* Effects of external factors on growth and structure of *Pinus pumila* scrub in Mt. Kinpu, Central Japan // *Climate change and plants in East Asia*. K. Omasa, K. Kai, H. Taoda, Z. Uchijima, M. Yoshino, eds. Tokyo: Springer-Verlag, 1996. P. 149-156.

*Kallio P.* The essence of biology in the North // *Nordia*. 1984. Vol. 18 (2). P. 53–65.

*Keeling H.C., Phillips O.L.* The global relationship between forest productivity and biomass // *Global Ecology and Biogeography*. 2007. Vol. 16. P. 618-631.

*Kern K.G.* Die Beziehungen zwischen einigen Kronenkennwerten und dem Nadel Trockengewicht bei Fichte und Tanne // *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. 1962. Jahrgang 133. S. 13 -18.

*King D.A.* A model analysis of the influence of root and foliage allocation on forest production and competition between trees // *Tree Physiology*. 1993. Vol. 12. P. 119-135.

*Kittredge J.I.* Estimation of amount of foliage of trees and stands // *J. of Forestry*. 1944. Vol. 42. No. 11. P. 905-912.

*Kleiber M.* Body size and metabolism // *Hilgardia*. 1932. Vol. 6. P. 315–351.

*Koch G.W., Sillett S.C., Jennings G.M., Davis S.D.* The limits to tree height // *Nature*. 2004. Vol. 428. P. 851-854.

*Kuyah S., Dietz J., Muthuri C., van Noordwijk M., Neufeldt H.* Allometry and partitioning of above- and below-ground biomass in farmed eucalyptus species dominant in Western Kenyan agricultural landscapes // *Biomass and Bioenergy*. 2013. Vol. 55. P. 276-284.

*Lavigne M.B., Ryan M.G., Anderson D.E., Baldocchi D.D., Crill P.M., Fitzjarrald D.R., Goulden M.L., Gower S.T., Massheder J.M., McCaughey J.H., Rayment M., Striegl R.G.* Comparing nocturnal eddy covariance measurements to estimates of ecosystem respiration made by scaling chamber measurements at six coniferous boreal sites // *J. of Geophysical Research*. 1997. Vol. 102. P. 28977-28985.

*Le Goff N., Ottorini J.-M.* Leaf development and stem growth of ash (*Fraxinus excelsior*) as affected by tree competitive status // *Journal of Applied Ecology*. 1996. Vol. 33. P. 793-802.

*Lieth H.* Modeling the primary productivity of the world // *International Section for Ecology Bulletin*. 1974. Vol. 4. P. 11-20.

*Long J.N., Smith F.W.* Volume increment in *Pinus contorta* var. *latifolia*: the influence of stand development and crown dynamics // *Forest Ecology and Management*. 1992. Vol. 53. P. 53-64.

*Loomis R.S., Williams W.A.* Maximum crop productivity: An estimate // *Crop Sci*. 1963. Vol. 3. P. 67-72.

*Lundegårdh H.* Carbon dioxide evolution of soil and crop growth // *Soil Science*. 1927. Vol. 23, No. 6. P. 417-453.

*Lundegårdh H.* Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1957. 584 S.

*Luysaert S., Inglima I., Jung M. et al.* CO<sub>2</sub> balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database // *Global Change Biology*. 2007. Vol. 13. P. 2509-2537 (doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01439.x).

*Madgwick H.A.I., Olson D.F.* Leaf area index and volume growth in thinned stands of *Liriodendron tulipifera* L. // *Journal of Applied Ecology*. 1974. Vol. 11. P. 575-579.

*Magnussen S., Smith V.G., Yeatman C.W.* Foliage and canopy characteristics in relation to aboveground dry matter of seven jack pine provenances // *Can. J. For. Res.* 1986. Vol. 16. P. 464-470.

*Mandelbrot B.B.* The fractal geometry of nature. New York: W.N. Freeman, 1983. 468 p.

*McCarthy M.C., Enquist B.J., Kerkhoff A.J.* Organ partitioning and distribution across the seed plants: assessing the relative importance of phylogeny and function // *International Journal of Plant Sciences*. 2007. Vol. 168. P. 751-761.

*Moldau H.* Model of plant productivity at limited water supply considering adaptation // *Photosynthetica*. 1971. Vol. 5. No. 1. P. 16-21.

*Möller C.M.* The effect of thinning, age and site on foliage, increment and loss of dry matter // *J. of Forestry*. 1947. Vol. 45. P. 393-404.

*Møller A.P., Jennions M.D.* How much variance can be explained by ecologists and evolutionary biologists? // *Oecologia*. 2002. Vol. 132. P. 492-500.

*Mork E.* Über den Streufall in unseren Wäldern. Eine Analyse der Menge und des chemischen Gehalts von Waldstreu und der dieselben beeinflussenden Faktoren // *Meddelelser fra det Norske Skogforsoksvesen*. 1944. Band 8. H. 27-30. P. 297-365 (норвеж.).

*Nicoll B.C., Ray D.* Adaptive growth of tree root systems in response to wind action and site conditions // *Tree Physiology*. 1996. Vol. 16. P. 891-89.

*Niklas K.J.* Plant allometry: is there a grand unifying theory? // *Biological Reviews*. 2004. Vol. 79. P. 871-889.

*Nilsson U., Albrektson A.* Productivity of needles and allocation of growth in young Scots pine trees of different competitive status // *Forest Ecology and Management*. 1993. Vol. 62. P. 173-187.

*Oliver C.D., Larson B.C.* Forest stand dynamics. Biological resource management series. New York: McGraw-Hill, 1990. 467 p.

*O'Neill R.V., DeAngelis D.L.* Comparative productivity and biomass relations of forest ecosystems // *Dynamic properties of forest ecosystems: IBP-23* (D. E. Reichle, ed.). Cambridge Univ. Press. 1981. P. 411-448.

*Palumets J.K.* Analysis of phytomass partitioning in Norway spruce. Tartu: Univ. Press. VIII Scripta Botanica. 1991. 95 p.

*Pearsall W.H.* Growth studies. VI. On the relative sizes of growing plant organs // *Annals of Botany*. 1927. Vol. 41. P. 549-556.

*Peitgen H.O., Saupe D.* The science of fractal images. New York: Springer-Verlag, 1988. 312 p.

*Pereira J.S., Linder S., Araujo M.C.* et al. Optimization of biomass production in *Eucalyptus globulus* plantations: A case study // *Biomass production by fast-growing trees*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ., 1989. P. 101-121.

*Poorter H., Niklas K.J., Reich P.B., Oleksyn J., Poot P., Mommer L.* Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control // *New Phytologist*. 2012. Vol. 193. P. 30-50.

*Poorter H., Sack L.* Pitfalls and possibilities in the analysis of biomass allocation patterns in plants // *Frontiers in Plant Science*. 2012. Vol. 3. P. 259.

*Poorter H., Jagodzinski A.M., Ruiz-Peinado R., Kuyah S., Luo Y., Oleksyn J., Usoltsev V.A., Buckley T.N., Reich P.B., Sack L.* How does biomass allocation change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continents // *New Phytologist*. 2015. Vol. 208. Issue 3. P. 736-749 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.13571/epdf>).

*Pressler W.R.* Das Gesetz der Stammbildung und dessen forstwirtschaftliche Bedeutung insbesondere für den Waldbau höchsten Reinertrags. Leipzig: Arnoldische Buchhandlung, 1865. 153 S.

*Price C.A., Weitz J.S., Savage V.M., Stegen J., Clarke A., Coomes D.A., et al.* Testing the metabolic theory of ecology // *Ecology Letters*. 2012. Vol. 15. P. 1465-1474.

*Prodan M.* Messung der Waldbestände. Frankfurt/M: J.D. Sauerländer, 1951. 260 S.

*Rosenzweig M.L.* Net primary productivity of terrestrial communities: Prediction from climatological data // *The American Naturalist*. 1968. Vol. 102. No. 923. P. 67-74.

*Roxburgh S.H., Berry S.L., Buckley T.N., Barnes B., Roderick M.L.* What is NPP? Inconsistent accounting of respiratory fluxes in the definition of net primary production // *Functional Ecology*. 2005. Vol. 19. P. 378-382.

*Rutter A. J.* Studies in the growth of young plant of *Pinus sylvestris* L. I. The annual cycle of assimilation and growth // *Annals of Botany*. 1957. Vol. 21. P. 399-425.

*Ryan M.G., Hubbard R.M., Pongracic S., Raison R.J., McMurtrie R.E.* Foliage, fine-root, woody-tissue and stand respiration in *Pinus radiata* in relation to nitrogen status // *Tree Physiology*. 1996. Vol. 16. P. 333-343.

*Satoo T.* A synthesis of studies by the harvest method: primary production relations in the temperate deciduous forests of Japan // *Ecol. Studies: Analysis and Synthesis*. Vol. 1; N.Y.: Springer Verlag. 1970. P. 55-72.

*Satoo T., Madgwick H.A.I.* Forest Biomass. Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers, 1982. 152 p. (Forestry Sciences, No. 6).

*Shinozaki K., Yoda K., Hozumi K., Kira T.* A quantitative analysis of plant form – the pipe model theory // *Japanese Journal of Ecology*. Vol. 14. No. 3. 1964; - 1: Basic analysis. P. 97-105. Vol. 14. No. 4. 1964; - 2: Further evidence of the theory and its application in forest ecology. P. 133-139.

*Snell O.* Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von dem Körpergewicht und den geistigen Fähigkeiten // *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*. 1892. Vol. 23. P. 436-446.

*Steppe K., Niinemets Ü., Teskey R.O.* Tree size- and age-related changes in leaf physiology and their influence on carbon gain // *Size- and age-related changes in tree structure and function*. Springer, Netherlands, 2011. P. 235-253.

*Strand L.* Crown density and fractal dimension // *Commun. of the Norwegian Forest Res. Institute*. 1990. Vol. 43. No. 6. P. 1-11.

*Tadaki Y.* Some discussions on the leaf biomass of forest stands and trees // *Bull. Gov. For. Exp. Station*. 1966. Vol. 184. P. 135-161.

*Tadaki Y., Hatiya K., Tochiaki K., Miyauchi H., Matsuda U.* Studies on production structure of forest. XVI. Primary productivity of *Abies veitchii* forests in the subalpine zone of Mt. Fuji // *Bull. of the Government Forest Experiment Station*. Tokyo. 1970. Vol. 229. P. 1-20.

The notebooks of Leonardo da Vinci. Compiled and edited by J.P. Richter. N.Y.: Dover Publications, 1970. Vol. 1. 369 p.

*Tirén L.* Über die Grösse der Nadelfläche einiger Kiefernbestände // Mitteilungen aus der forstlichen Versuchs-Anstalt Schwedens. 1927. H. 23. S. 295-336 (шведск.).

*Tuhkanen S.* A circumboreal system of climatic-phytogeographical regions // Acta Botanica Fennica. 1984. Vol. 127. P. 1-50.

*Usoltsev V.A.* Some methodological and conceptual uncertainties in estimating the income component of the forest carbon cycle // Russian Journal of Ecology. 2007. Vol. 38. No. 1. P. 1-10 (DOI: 10.1134/S1067413607010018).

*Usoltsev V.A.* Forest biomass and primary production database for Eurasia. CD-version. The second edition, enlarged and re-harmonized. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2013. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3059>).

*Usoltsev V.A., Koltunova A.I., Kajimoto T., Osawa A., Koike T.* Geographical gradients of annual biomass production from larch forests in Northern Eurasia // Eurasian Journal of Forest Research. 2002. Vol. 5.- P. 55-62.

*Usoltsev V.A., Chasovskikh V.P., Noritsina Yu.V.* Produzione primaria specifico alberi Spruce-abete dell'Eurasia: elementi di geografia (Specific net primary production of spruce-fir forests of Eurasia: Elements of geography) // Italian Science Review. 2014. No. 11(20). P. 145-149 (итал.) (<http://www.ias-journal.org/archive/2014/november/Usoltsev.pdf>).

*Usoltsev V.A., Chasovskikh V.P., Gavrilin D.S., Subbotin K.S.* Foreste di produzione specifica primario larice dell'Eurasia: elementi di geografia (Удельная первичная продукция лиственных насаждений Евразии: элементы географии) // Italian Science Review. 2015. No. 6(27). P. 33-37 (итал.). (<http://www.ias-journal.org/archive/2015/june/Usoltsev.pdf>).

*Valentine H.T.* Tree-growth models: Derivations employing the pipe-model theory // J. Theor. Biol. 1985. Vol. 117. P. 579-585.

*van Laar A.* Nadelbiomasse, Zuwachs und Zuwachsverteilung von *Pinus radiata* in Südafrika unter dem Einfluß von Durchforstung und Astung // Forst-Wissenschaftliches Centralblatt. 1976. Jahrgang 95. S. 264-285.

*Vanselow K.* Krone und Zuwachs der Fichte in gleichaltrigen Reinbeständen // Forst-Wissenschaftliches Centralblatt. 1951. Jahrgang 70. H. 12. S. 705-719.

*Vinš B., Šika A.* Biomasa smrkoveho porostu v chlumni oblasti (Biomass of Norway spruce forest in hilly region) // Práce VÚLHM. 1981. Vol. 59. P. 83-99 (чешск.).

*Waring R.H.* Site, leaf area and phytomass production in trees // Mountain Environments and Subalpine Tree Growth. Techn. Paper No. 70. Forest. Res. Institute. N. Z. Forest Serv. 1980. P. 125-135.

*Waring R.H., Schlesinger W.H.* Forest ecosystems. New York: Academic Press, 1985. 340 p.

*Weetman G.F., Harland R.* Foliage and wood production in unthinned black spruce in Northern Quebec. *Forest Science*. 1964. Vol. 10. No. 1. P. 80-88.

*Wenk G.* Eine neue Wachstumsgleichung und ihr praktischer Nutzen zur Herleitung von Volumenzuwachsprozenten // *Archiv für Forstwesen*. 1969. Bd. 18. S. 1085-1094.

*Wenk G.* Ertragskundliche Grundlagen der Bestandesbehandlung. DDR; Tharandt: Bereich Forsteinrichtung und forstliche Ertragskunde, 1973a. 237 s.

*Wenk G.* Mathematische Formulierung von Wachstumsprozessen // *Biom. Zeitschrift*. 1973b. Bd. 15. S. 345-362.

*Wenk G., Antanaitis V., Šmelko Š.* Waldertragslehre. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1990. 448 S.

*West G.B., Brown J.H., Enquist B.J.* A general model for the origin of allometric scaling laws in biology // *Science*. 1997. Vol. 276. P. 122-126.

*West G.B., Brown J.H., Enquist B.J.* A general model for the structure and allometry of plant vascular system // *Nature*. 1999. Vol. 400. P. 664-667.

*Whitfield J.* All creatures great and small // *Nature*. 2001. Vol. 413. P. 342-344.

*Whittaker R. H., Likens G. E.* Carbon in the biota // *Carbon and the biosphere: proceedings of the 24th Brookhaven Symposium in Biology*, Upton, N.Y., May 16-18, 1972 (ed. by G.M. Woodwell and E.V. Pecan). 1973. P. 281-302.

*Whittaker R. H., Bormann F. H., Likens G. E., Siccama T. G.* The Hubbard Brook ecosystem study: forest biomass and production // *Ecological Monographs*. 1974. Vol. 44. P. 233-252.

*Whittaker R.H., Marks P.L.* Methods of assessing terrestrial productivity // Lieth H., Whittaker R.H. (eds.). *Primary productivity of the biosphere*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1975. P. 55-118 (*Ecological Studies: Analysis and Synthesis*. Vol. 14).

*Zeide B.* Fractal geometry in forestry applications // *Forest Ecol. Management*. 1991. Vol. 46. P. 179-188.

*Zianis D., Mencuccini M.* On simplifying allometric analyses of forest biomass // *Forest Ecol. Management*. 2004. Vol. 187. P. 311-332.



## **Приложения**

Возрастная динамика фитомассы и ЧПП сосняков по зональным поясам с учетом степени континентальности климата Евразии (обозначения в тексте)

A, лет	N, тыс. дер./га	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га					Годичная ЧПП, т/га					ICKh
			P <sub>S</sub>	P <sub>B</sub>	P <sub>F</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>U</sub>	Z <sub>S</sub>	Z <sub>B</sub>	Z <sub>F</sub>	Z <sub>R</sub>	Z <sub>U</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зональный пояс 1													
10	9,07	8,56	5,58	5,87	3,27	1,15	27,9	1,25	2,91	1,53	0,101	1,87	50
	10,2	8,09	4,89	4,71	3,19	1,04	10,8	0,963	1,72	1,21	0,091	1,29	60
	11,2	7,70	4,38	3,91	3,11	0,953	4,86	0,771	1,10	0,988	0,083	0,942	70
	12,2	7,38	3,98	3,32	3,05	0,884	2,43	0,636	0,749	0,830	0,077	0,718	80
	13,1	7,12	3,66	2,88	3,00	0,827	1,32	0,537	0,533	0,713	0,072	0,565	90
	14,0	6,88	3,39	2,53	2,95	0,780	0,761	0,461	0,393	0,621	0,068	0,46	100
20	4,14	27,4	18,0	10,2	4,44	3,35	20,1	1,61	2,69	1,86	0,146	1,31	50
	4,64	25,9	15,8	8,20	4,35	3,02	7,78	1,24	1,59	1,48	0,132	0,906	60
	5,11	24,6	14,1	6,83	4,28	2,77	3,49	0,990	1,02	1,21	0,121	0,662	70
	5,55	23,6	12,8	5,82	4,21	2,57	1,74	0,816	0,698	1,03	0,112	0,504	80
	5,98	22,8	11,8	5,06	4,15	2,40	0,95	0,689	0,498	0,883	0,105	0,397	90
	6,38	22,0	10,9	4,46	4,10	2,26	0,55	0,592	0,368	0,773	0,099	0,320	100
40	1,89	60,1	40,1	14,8	4,87	6,85	19,9	1,55	2,09	1,85	0,146	1,23	50
	2,12	56,8	35,1	12,0	4,79	6,18	7,71	1,19	1,25	1,47	0,132	0,848	60
	2,33	54,1	31,5	9,99	4,72	5,67	3,46	0,955	0,803	1,22	0,121	0,620	70
	2,53	51,9	28,6	8,55	4,66	5,26	1,73	0,788	0,549	1,03	0,112	0,472	80
	2,73	50,0	26,3	7,44	4,61	4,92	0,938	0,665	0,392	0,890	0,105	0,372	90
	2,91	48,3	24,4	6,57	4,56	4,64	0,543	0,571	0,291	0,781	0,099	0,300	100
60	1,19	80,0	54,0	17,0	4,81	8,86	23,0	1,33	1,67	1,74	0,123	1,35	50
	1,34	75,5	47,4	13,8	4,74	8,00	8,92	1,02	1,00	1,39	0,111	0,93	60
	1,47	71,9	42,5	11,5	4,68	7,33	4,00	0,819	0,643	1,15	0,102	0,681	70
	1,60	69,0	38,6	9,85	4,63	6,80	2,00	0,676	0,441	0,971	0,095	0,519	80

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1,72	66,4	35,5	8,59	4,58	6,36	1,08	0,570	0,315	0,839	0,089	0,408	90
	1,84	64,3	32,9	7,60	4,54	6,00	0,63	0,490	0,234	0,737	0,083	0,330	100
80	0,861	90,5	61,9	18,0	4,67	9,90	27,2	1,12	1,37	1,63	0,101	1,53	50
	0,965	85,5	54,3	14,6	4,61	8,93	10,6	0,865	0,82	1,30	0,091	1,06	60
	1,06	81,4	48,6	12,3	4,55	8,19	4,74	0,692	0,531	1,07	0,084	0,77	70
	1,16	78,0	44,2	10,5	4,50	7,59	2,37	0,571	0,364	0,912	0,078	0,589	80
	1,24	75,2	40,6	9,17	4,46	7,11	1,28	0,482	0,261	0,788	0,073	0,464	90
	1,33	72,7	37,7	8,12	4,42	6,70	0,74	0,414	0,193	0,692	0,068	0,374	100
100	0,669	95,3	65,9	18,5	4,52	10,3	32,3	0,955	1,16	1,53	0,083	1,75	50
	0,750	90,0	57,8	15,0	4,46	9,33	12,5	0,734	0,692	1,22	0,075	1,21	60
	0,826	85,7	51,8	12,6	4,40	8,56	5,62	0,588	0,448	1,01	0,069	0,88	70
	0,898	82,2	47,0	10,8	4,36	7,94	2,81	0,485	0,307	0,86	0,064	0,673	80
	0,966	79,2	43,2	9,45	4,32	7,43	1,52	0,409	0,220	0,743	0,060	0,529	90
	1,03	76,6	40,1	8,37	4,28	7,00	0,88	0,352	0,164	0,653	0,056	0,427	100
120	0,544	96,5	67,4	18,6	4,37	10,4	38,0	0,817	0,991	1,45	0,068	1,99	50
	0,610	91,1	59,1	15,2	4,31	9,42	14,7	0,628	0,594	1,16	0,062	1,38	60
	0,672	86,8	53,0	12,7	4,26	8,64	6,62	0,503	0,385	0,959	0,057	1,01	70
	0,730	83,2	48,1	10,9	4,22	8,01	3,31	0,415	0,264	0,814	0,053	0,766	80
	0,786	80,2	44,2	9,55	4,18	7,50	1,79	0,350	0,189	0,704	0,049	0,603	90
	0,839	77,6	41,0	8,47	4,14	7,06	1,04	0,301	0,141	0,618	0,046	0,487	100
140	0,457	95,6	67,4	18,6	4,23	10,33	44,4	0,705	0,863	1,38	0,057	2,26	50
	0,512	90,3	59,1	15,1	4,18	9,32	17,2	0,542	0,517	1,10	0,052	1,56	60
	0,564	86,0	52,9	12,7	4,13	8,54	7,73	0,434	0,335	0,912	0,047	1,14	70
	0,613	82,4	48,1	10,9	4,08	7,92	3,86	0,358	0,230	0,774	0,044	0,869	80
	0,660	79,4	44,2	9,54	4,04	7,41	2,09	0,302	0,165	0,669	0,041	0,684	90
	0,705	76,8	41,0	8,46	4,01	6,99	1,21	0,260	0,123	0,588	0,039	0,552	100
160	0,393	93,4	66,3	18,4	4,10	10,1	51,5	0,613	0,759	1,32	0,048	2,55	50
	0,440	88,2	58,2	15,0	4,05	9,10	20,0	0,472	0,455	1,05	0,043	1,76	60

## Продолжение приложения 1

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		0,485	84,0	52,1	12,6	4,00	8,34	8,96	0,378	0,296	0,870	0,040	1,29	70
		0,527	80,6	47,4	10,8	3,96	7,74	4,48	0,312	0,203	0,738	0,037	0,980	80
		0,567	77,6	43,5	9,47	3,92	7,24	2,43	0,263	0,146	0,638	0,035	0,771	90
		0,606	75,1	40,4	8,40	3,88	6,82	1,40	0,226	0,108	0,561	0,033	0,622	100
		0,344	90,5	64,7	18,1	3,98	9,77	59,3	0,538	0,675	1,26	0,041	2,86	50
180		0,385	85,4	56,8	14,8	3,93	8,82	23,0	0,414	0,405	1,01	0,037	1,97	60
		0,424	81,4	50,8	12,4	3,88	8,08	10,3	0,331	0,263	0,833	0,034	1,44	70
		0,461	78,0	46,2	10,7	3,84	7,50	5,15	0,273	0,181	0,707	0,031	1,10	80
		0,497	75,2	42,5	9,36	3,80	7,02	2,79	0,231	0,130	0,611	0,029	0,86	90
		0,530	72,7	39,4	8,31	3,77	6,61	1,62	0,198	0,097	0,54	0,028	0,70	100
200		0,305	87,1	62,7	17,8	3,87	9,42	67,7	0,475	0,605	1,21	0,035	3,19	50
		0,342	82,2	55,0	14,5	3,81	8,50	26,3	0,365	0,363	0,967	0,032	2,20	60
		0,377	78,3	49,3	12,2	3,77	7,79	11,8	0,293	0,236	0,800	0,029	1,61	70
		0,409	75,1	44,8	10,5	3,73	7,23	5,89	0,241	0,162	0,678	0,027	1,23	80
		0,441	72,4	41,2	9,22	3,69	6,76	3,19	0,204	0,117	0,586	0,025	0,965	90
	0,471	70,0	38,2	8,18	3,66	6,37	1,85	0,175	0,087	0,515	0,024	0,779	100	
Зональный пояс 2														
10		9,41	24,1	12,4	6,02	4,21	3,75	38,13	3,89	5,03	2,70	0,899	2,07	50
		10,54	22,8	10,9	4,83	4,12	3,39	14,8	2,99	2,98	2,15	0,812	1,43	60
		11,61	21,7	9,77	4,01	4,04	3,11	6,64	2,39	1,91	1,77	0,745	1,05	70
		12,62	20,8	8,87	3,41	3,98	2,88	3,32	1,97	1,30	1,49	0,691	0,796	80
		13,58	20,0	8,16	2,95	3,92	2,69	1,80	1,67	0,923	1,28	0,648	0,627	90
	14,50	19,4	7,56	2,60	3,87	2,54	1,04	1,43	0,680	1,12	0,611	0,506	100	
20		4,29	77,2	40,0	10,5	5,10	10,9	27,4	4,98	4,66	2,96	1,30	1,46	50
		4,81	72,9	35,1	8,42	5,03	9,83	10,62	3,83	2,76	2,37	1,18	1,00	60
		5,29	69,4	31,4	7,01	4,96	9,02	4,77	3,07	1,78	1,96	1,08	0,734	70
		5,76	66,6	28,6	5,98	4,91	8,36	2,38	2,53	1,21	1,66	1,00	0,560	80
	6,20	64,2	26,3	5,19	4,86	7,82	1,29	2,14	0,863	1,43	0,938	0,440	90	

## Продолжение приложения 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	6,62	62,1	24,3	4,58	4,81	7,37	0,75	1,84	0,638	1,26	0,884	0,355	100
40	1,96	169,5	89,3	15,2	5,18	22,3	27,2	4,81	3,63	2,75	1,30	1,36	50
	2,19	160,0	78,3	12,3	5,13	20,1	10,5	3,70	2,16	2,20	1,18	0,941	60
	2,42	152,4	70,2	10,3	5,08	18,5	4,73	2,96	1,39	1,83	1,08	0,687	70
	2,63	146,1	63,7	8,78	5,04	17,1	2,36	2,44	0,953	1,55	1,00	0,524	80
	2,83	140,8	58,6	7,65	5,00	16,0	1,28	2,06	0,681	1,34	0,938	0,412	90
	3,02	136,2	54,3	6,76	4,96	15,1	0,74	1,77	0,504	1,18	0,885	0,333	100
60	1,24	225,3	120,5	17,5	4,99	28,9	31,4	4,13	2,90	2,51	1,098	1,50	50
	1,39	212,7	105,7	14,1	4,94	26,1	12,2	3,17	1,73	2,02	0,991	1,03	60
	1,53	202,6	94,6	11,8	4,90	23,9	5,47	2,54	1,12	1,67	0,910	0,756	70
	1,66	194,3	86,0	10,1	4,86	22,2	2,73	2,10	0,765	1,43	0,845	0,576	80
	1,79	187,2	79,0	8,84	4,83	20,7	1,48	1,77	0,548	1,24	0,791	0,453	90
	1,91	181,1	73,3	7,82	4,80	19,5	0,86	1,52	0,406	1,09	0,746	0,366	100
80	0,89	255,0	138,0	18,6	4,78	32,2	37,2	3,49	2,39	2,33	0,900	1,70	50
	1,00	240,8	121,1	15,1	4,74	29,1	14,4	2,68	1,43	1,87	0,813	1,17	60
	1,10	229,4	108,5	12,6	4,71	26,7	6,48	2,15	0,922	1,55	0,746	0,858	70
	1,20	219,9	98,6	10,8	4,68	24,7	3,24	1,77	0,632	1,32	0,693	0,654	80
	1,29	211,9	90,6	9,44	4,65	23,1	1,75	1,50	0,453	1,15	0,649	0,514	90
	1,38	205,0	84,0	8,36	4,62	21,8	1,01	1,28	0,336	1,01	0,612	0,415	100
100	0,694	268,5	146,9	19,1	4,61	33,7	44,1	2,96	2,01	2,18	0,739	1,94	50
	0,777	253,5	128,9	15,5	4,57	30,4	17,1	2,28	1,20	1,75	0,668	1,34	60
	0,856	241,4	115,4	13,0	4,53	27,9	7,67	1,82	0,778	1,46	0,613	0,979	70
	0,930	231,5	104,9	11,1	4,50	25,9	3,83	1,50	0,534	1,24	0,569	0,746	80
	1,00	223,0	96,4	9,73	4,48	24,2	2,08	1,27	0,383	1,08	0,532	0,587	90
	1,07	215,8	89,4	8,62	4,45	22,8	1,20	1,09	0,284	0,95	0,502	0,474	100
120	0,564	271,9	150,3	19,2	4,45	34,0	51,9	2,53	1,72	2,07	0,611	2,21	50
	0,632	256,8	131,9	15,6	4,41	30,7	20,1	1,95	1,03	1,66	0,552	1,53	60
	0,696	244,6	118,1	13,1	4,38	28,1	9,04	1,56	0,669	1,38	0,507	1,12	70

## Продолжение приложения 1

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		0,757	234,5	107,3	11,2	4,35	26,1	4,52	1,29	0,459	1,17	0,470	0,850	80
		0,815	225,9	98,6	9,83	4,33	24,4	2,45	1,09	0,329	1,02	0,440	0,669	90
		0,870	218,6	91,4	8,72	4,30	23,0	1,42	0,93	0,245	0,897	0,415	0,540	100
140		0,474	269,4	150,2	19,1	4,31	33,6	60,7	2,19	1,50	1,97	0,510	2,51	50
		0,531	254,3	131,8	15,6	4,28	30,4	23,5	1,68	0,899	1,58	0,461	1,73	60
		0,585	242,3	118,0	13,1	4,25	27,8	10,6	1,35	0,583	1,31	0,423	1,26	70
		0,636	232,3	107,2	11,2	4,22	25,8	5,28	1,11	0,400	1,12	0,393	0,963	80
		0,684	223,8	98,5	9,83	4,19	24,1	2,86	0,937	0,287	0,97	0,368	0,758	90
		0,731	216,5	91,4	8,72	4,17	22,8	1,65	0,805	0,214	0,85	0,347	0,612	100
160		0,407	263,2	147,9	19,0	4,19	32,9	70,3	1,90	1,32	1,88	0,430	2,83	50
		0,457	248,5	129,8	15,4	4,15	29,6	27,3	1,46	0,793	1,51	0,389	1,95	60
		0,503	236,7	116,2	13,0	4,12	27,2	12,2	1,17	0,514	1,25	0,357	1,43	70
		0,547	227,0	105,6	11,2	4,10	25,2	6,12	0,966	0,353	1,07	0,331	1,09	80
		0,588	218,7	97,0	9,76	4,07	23,6	3,32	0,816	0,254	0,927	0,310	0,855	90
		0,628	211,5	90,0	8,66	4,05	22,2	1,92	0,701	0,189	0,816	0,292	0,690	100
180		0,357	254,9	144,3	18,7	4,08	31,8	80,9	1,67	1,18	1,81	0,366	3,17	50
		0,400	240,6	126,6	15,2	4,04	28,7	31,4	1,28	0,705	1,45	0,330	2,19	60
		0,440	229,2	113,3	12,8	4,01	26,3	14,1	1,03	0,46	1,20	0,303	1,60	70
		0,478	219,8	103,0	11,0	3,99	24,4	7,04	0,847	0,315	1,03	0,281	1,22	80
		0,515	211,8	94,7	9,64	3,96	22,9	3,82	0,715	0,226	0,89	0,263	0,959	90
		0,550	204,8	87,8	8,56	3,94	21,5	2,21	0,614	0,168	0,78	0,248	0,774	100
200		0,316	245,4	139,8	18,4	3,98	30,7	92,5	1,47	1,05	1,74	0,313	3,54	50
		0,355	231,7	122,7	15,0	3,94	27,7	35,9	1,13	0,633	1,40	0,283	2,44	60
		0,391	220,7	109,9	12,6	3,91	25,4	16,1	0,907	0,411	1,16	0,260	1,79	70
		0,425	211,6	99,8	10,8	3,88	23,5	8,04	0,748	0,282	0,99	0,241	1,36	80
		0,457	203,9	91,8	9,50	3,86	22,0	4,36	0,631	0,203	0,86	0,226	1,07	90
		0,488	197,2	85,1	8,43	3,84	20,8	2,52	0,543	0,151	0,754	0,213	0,864	100
Зональный пояс 3														

## Продолжение приложения 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	6,20	29,3	14,8	7,75	4,99	4,57	45,76	5,43	5,56	3,98	1,23	2,95	50
	6,95	27,7	13,0	6,23	4,89	4,12	17,74	4,17	3,29	3,16	1,11	2,03	60
	7,65	26,4	11,6	5,18	4,81	3,78	7,96	3,34	2,11	2,60	1,02	1,49	70
	8,32	25,3	10,6	4,41	4,74	3,50	3,98	2,76	1,44	2,20	0,948	1,13	80
	8,96	24,4	9,7	3,82	4,67	3,28	2,16	2,33	1,02	1,89	0,888	0,892	90
	9,57	23,6	9,0	3,37	4,62	3,09	1,25	2,00	0,756	1,66	0,837	0,720	100
20	2,83	93,8	47,6	13,3	5,93	13,3	32,9	6,96	5,07	4,27	1,78	2,07	50
	3,17	88,6	41,8	10,7	5,85	12,0	12,7	5,35	3,02	3,41	1,61	1,43	60
	3,49	84,4	37,4	8,93	5,78	11,0	5,72	4,29	1,94	2,82	1,48	1,04	70
	3,80	80,9	34,0	7,63	5,72	10,2	2,86	3,54	1,33	2,39	1,37	0,796	80
	4,09	77,9	31,2	6,64	5,66	9,52	1,55	2,98	0,946	2,07	1,29	0,63	90
	4,36	75,4	29,0	5,86	5,62	8,97	0,90	2,56	0,700	1,82	1,21	0,506	100
40	1,29	205,9	106,2	19,1	5,94	27,2	32,6	6,72	3,91	3,91	1,79	1,94	50
	1,45	194,4	93,2	15,4	5,88	24,5	12,6	5,16	2,33	3,14	1,61	1,34	60
	1,59	185,2	83,4	12,9	5,83	22,5	5,68	4,14	1,50	2,60	1,48	0,978	70
	1,73	177,5	75,8	11,1	5,79	20,8	2,84	3,41	1,03	2,21	1,37	0,745	80
	1,86	171,1	69,7	9,6	5,75	19,5	1,54	2,88	0,737	1,92	1,29	0,587	90
	1,99	165,5	64,6	8,5	5,71	18,4	0,89	2,47	0,546	1,69	1,21	0,473	100
60	0,816	273,7	143,2	21,7	5,69	35,1	37,7	5,76	3,10	3,56	1,51	2,13	50
	0,914	258,5	125,7	17,6	5,64	31,7	14,61	4,43	1,85	2,86	1,36	1,47	60
	1,01	246,2	112,5	14,8	5,60	29,1	6,56	3,55	1,20	2,37	1,25	1,08	70
	1,09	236,0	102,3	12,7	5,56	27,0	3,28	2,93	0,820	2,02	1,16	0,82	80
	1,18	227,4	94,0	11,1	5,53	25,2	1,78	2,47	0,588	1,76	1,08	0,64	90
	1,26	220,0	87,1	9,79	5,50	23,8	1,03	2,12	0,436	1,55	1,02	0,52	100
80	0,589	309,8	164,1	22,9	5,45	39,2	44,7	4,87	2,53	3,29	1,23	2,42	50
	0,660	292,5	144,0	18,6	5,40	35,4	17,31	3,75	1,52	2,65	1,12	1,67	60
	0,727	278,7	129,0	15,6	5,37	32,4	7,77	3,00	0,982	2,20	1,02	1,22	70
	0,790	267,2	117,2	13,4	5,33	30,1	3,88	2,47	0,674	1,87	0,95	0,930	80

## Продолжение приложения 1

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		0,850	257,4	107,7	11,7	5,31	28,2	2,11	2,09	0,483	1,63	0,890	0,732	90
		0,908	249,0	99,9	10,4	5,28	26,5	1,22	1,79	0,36	1,43	0,839	0,591	100
100		0,457	326,2	174,7	23,4	5,24	41,0	52,9	4,14	2,12	3,08	1,01	2,76	50
		0,513	307,9	153,3	19,1	5,20	37,0	20,5	3,18	1,27	2,48	0,915	1,91	60
		0,565	293,3	137,2	16,0	5,17	33,9	9,21	2,55	0,826	2,06	0,840	1,39	70
		0,614	281,2	124,7	13,8	5,14	31,5	4,60	2,10	0,567	1,76	0,780	1,06	80
		0,661	271,0	114,6	12,0	5,11	29,4	2,49	1,77	0,407	1,52	0,730	0,835	90
		0,706	262,1	106,3	10,7	5,08	27,7	1,44	1,52	0,303	1,34	0,689	0,674	100
		0,372	330,4	178,7	23,5	5,06	41,4	62,3	3,54	1,82	2,91	0,838	3,15	50
120		0,417	312,0	156,8	19,2	5,02	37,3	24,2	2,72	1,09	2,34	0,757	2,17	60
		0,459	297,2	140,4	16,1	4,99	34,2	10,8	2,18	0,707	1,95	0,695	1,59	70
		0,499	284,9	127,6	13,9	4,96	31,7	5,42	1,80	0,486	1,66	0,645	1,21	80
		0,537	274,5	117,2	12,1	4,94	29,7	2,94	1,52	0,349	1,44	0,604	0,952	90
		0,574	265,5	108,7	10,8	4,91	28,0	1,70	1,30	0,260	1,27	0,570	0,768	100
		0,313	327,3	178,6	23,4	4,90	40,9	72,8	3,05	1,58	2,77	0,700	3,57	50
140		0,350	309,0	156,7	19,1	4,87	36,9	28,2	2,35	0,946	2,23	0,632	2,46	60
		0,386	294,4	140,3	16,0	4,84	33,8	12,7	1,88	0,614	1,85	0,580	1,80	70
		0,419	282,2	127,5	13,8	4,81	31,4	6,33	1,55	0,423	1,58	0,539	1,37	80
		0,451	271,9	117,2	12,1	4,78	29,4	3,43	1,31	0,304	1,37	0,504	1,08	90
		0,482	263,1	108,6	10,7	4,76	27,7	1,99	1,12	0,226	1,21	0,476	0,87	100
		0,269	319,8	175,8	23,1	4,77	40,0	84,4	2,66	1,38	2,65	0,590	4,02	50
160		0,301	301,9	154,3	18,9	4,73	36,1	32,7	2,04	0,832	2,13	0,533	2,78	60
		0,332	287,6	138,2	15,9	4,70	33,1	14,7	1,64	0,540	1,77	0,489	2,03	70
		0,360	275,7	125,5	13,7	4,67	30,7	7,34	1,35	0,372	1,51	0,454	1,55	80
		0,388	265,7	115,4	12,0	4,65	28,7	3,98	1,14	0,267	1,31	0,425	1,22	90
		0,414	257,0	107,0	10,6	4,62	27,0	2,30	0,98	0,199	1,16	0,401	0,98	100
180		0,235	309,7	171,5	22,7	4,64	38,7	97,1	2,33	1,23	2,55	0,501	4,51	50
		0,264	292,4	150,5	18,6	4,61	34,9	37,66	1,79	0,738	2,05	0,453	3,11	60



## Продолжение приложения 1

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		0,290	278,5	134,8	15,6	4,58	32,0	16,9	1,44	0,480	1,70	0,416	2,28	70
		0,315	267,0	122,5	13,5	4,55	29,7	8,45	1,18	0,330	1,45	0,386	1,73	80
		0,340	257,3	112,6	11,8	4,52	27,8	4,58	1,00	0,238	1,26	0,361	1,37	90
		0,363	248,9	104,4	10,5	4,50	26,2	2,65	0,858	0,177	1,11	0,341	1,10	100
		0,209	298,1	166,3	22,3	4,53	37,3	111,0	2,06	1,10	2,46	0,430	5,04	50
200		0,234	281,5	145,9	18,2	4,49	33,7	43,0	1,58	0,661	1,98	0,388	3,48	60
		0,258	268,1	130,7	15,4	4,46	30,9	19,3	1,27	0,430	1,64	0,356	2,54	70
		0,280	257,1	118,7	13,2	4,44	28,6	9,65	1,05	0,296	1,40	0,331	1,94	80
		0,301	247,7	109,1	11,6	4,41	26,8	5,23	0,882	0,213	1,21	0,310	1,52	90
		0,322	239,6	101,2	10,3	4,39	25,3	3,03	0,758	0,159	1,07	0,292	1,23	100
Зональный пояс 4														
10		3,80	28,0	14,6	10,2	5,80	4,20	52,1	5,94	5,35	5,43	1,00	4,32	50
		4,25	26,4	12,8	8,23	5,68	3,79	20,2	4,57	3,17	4,31	0,904	2,98	60
		4,68	25,2	11,5	6,85	5,58	3,48	9,06	3,66	2,04	3,55	0,830	2,18	70
		5,09	24,1	10,5	5,85	5,49	3,23	4,53	3,02	1,39	3,00	0,770	1,66	80
		5,48	23,3	9,61	5,08	5,42	3,02	2,46	2,55	0,993	2,58	0,721	1,31	90
		5,85	22,5	8,91	4,48	5,35	2,84	1,42	2,19	0,734	2,26	0,680	1,05	100
20		1,73	89,6	47,1	17,2	6,92	12,2	37,4	7,62	4,81	5,86	1,45	3,03	50
		1,94	84,6	41,4	13,9	6,82	11,0	14,5	5,86	2,86	4,68	1,31	2,09	60
		2,14	80,6	37,0	11,6	6,74	10,1	6,51	4,69	1,85	3,87	1,20	1,53	70
		2,32	77,3	33,7	9,95	6,67	9,37	3,25	3,87	1,26	3,28	1,12	1,17	80
		2,50	74,4	30,9	8,67	6,60	8,76	1,76	3,27	0,903	2,84	1,04	0,917	90
		2,67	72,0	28,7	7,66	6,55	8,26	1,02	2,81	0,669	2,49	0,985	0,740	100
40		0,790	196,6	105,2	24,3	6,96	25,0	37,1	7,35	3,64	5,38	1,45	2,84	50
		0,885	185,7	92,3	19,8	6,89	22,6	14,4	5,65	2,18	4,31	1,31	1,96	60
		0,975	176,8	82,6	16,6	6,83	20,7	6,46	4,53	1,41	3,58	1,20	1,43	70
		1,06	169,6	75,1	14,2	6,77	19,2	3,23	3,74	0,966	3,04	1,12	1,09	80
		1,14	163,4	69,0	12,4	6,72	18,0	1,75	3,15	0,692	2,64	1,05	0,859	90

## Продолжение приложения 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1,22	158,0	64,0	11,0	6,68	16,9	1,01	2,71	0,514	2,32	0,986	0,693	100
60	0,499	261,5	141,9	27,5	6,66	32,3	42,9	6,31	2,86	4,90	1,22	3,12	50
	0,559	246,9	124,5	22,3	6,61	29,2	16,6	4,85	1,71	3,94	1,10	2,15	60
	0,616	235,1	111,5	18,7	6,56	26,8	7,47	3,88	1,11	3,27	1,01	1,57	70
	0,670	225,5	101,3	16,1	6,51	24,8	3,73	3,20	0,763	2,78	0,941	1,20	80
	0,721	217,2	93,1	14,1	6,47	23,2	2,02	2,70	0,547	2,42	0,881	0,944	90
	0,770	210,1	86,3	12,5	6,44	21,9	1,17	2,32	0,407	2,13	0,831	0,762	100
80	0,360	295,9	162,6	28,8	6,38	36,1	50,8	5,33	2,33	4,53	1,003	3,54	50
	0,404	279,4	142,7	23,5	6,33	32,6	19,7	4,10	1,40	3,64	0,906	2,44	60
	0,445	266,2	127,7	19,7	6,29	29,9	8,84	3,28	0,906	3,03	0,831	1,79	70
	0,483	255,2	116,1	17,0	6,25	27,7	4,42	2,71	0,623	2,58	0,772	1,36	80
	0,520	245,9	106,7	14,9	6,22	25,9	2,40	2,29	0,447	2,24	0,723	1,07	90
	0,556	237,8	98,9	13,2	6,18	24,4	1,39	1,96	0,333	1,97	0,681	0,865	100
100	0,280	311,5	173,0	29,3	6,14	37,7	60,2	4,53	1,94	4,25	0,823	4,04	50
	0,314	294,1	151,8	23,9	6,10	34,1	23,4	3,48	1,17	3,41	0,744	2,79	60
	0,345	280,2	135,9	20,1	6,06	31,2	10,5	2,79	0,76	2,84	0,682	2,04	70
	0,376	268,6	123,5	17,3	6,02	29,0	5,24	2,30	0,521	2,42	0,633	1,55	80
	0,404	258,8	113,5	15,2	5,99	27,1	2,84	1,94	0,375	2,10	0,593	1,22	90
	0,432	250,4	105,3	13,5	5,96	25,5	1,64	1,67	0,279	1,85	0,559	0,987	100
120	0,228	315,6	177,0	29,3	5,93	38,1	70,9	3,87	1,65	4,02	0,681	4,61	50
	0,255	298,0	155,3	23,9	5,89	34,4	27,5	2,98	0,994	3,23	0,615	3,18	60
	0,281	283,8	139,0	20,1	5,85	31,5	12,3	2,39	0,646	2,68	0,564	2,32	70
	0,305	272,1	126,4	17,4	5,82	29,2	6,17	1,97	0,445	2,29	0,524	1,77	80
	0,329	262,2	116,1	15,2	5,78	27,4	3,34	1,66	0,320	1,99	0,491	1,39	90
	0,351	253,6	107,7	13,5	5,76	25,8	1,93	1,43	0,238	1,75	0,463	1,12	100
140	0,191	312,6	176,9	29,0	5,75	37,7	82,9	3,34	1,43	3,82	0,568	5,22	50
	0,214	295,2	155,2	23,7	5,71	34,0	32,1	2,57	0,860	3,07	0,513	3,60	60
	0,236	281,2	139,0	20,0	5,67	31,2	14,4	2,06	0,560	2,56	0,471	2,63	70

## Продолжение приложения 1

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		0,257	269,6	126,3	17,2	5,64	28,9	7,21	1,70	0,386	2,18	0,437	2,01	80
		0,276	259,7	116,0	15,1	5,61	27,1	3,91	1,43	0,277	1,89	0,410	1,58	90
		0,295	251,2	107,6	13,4	5,58	25,5	2,26	1,23	0,207	1,67	0,386	1,27	100
		0,164	305,4	174,2	28,6	5,59	36,8	96,1	2,91	1,25	3,66	0,479	5,89	50
160		0,184	288,4	152,8	23,4	5,55	33,2	37,3	2,24	0,754	2,94	0,433	4,06	60
		0,203	274,7	136,9	19,7	5,51	30,4	16,7	1,79	0,491	2,44	0,397	2,97	70
		0,221	263,4	124,4	17,0	5,48	28,2	8,35	1,48	0,338	2,08	0,369	2,26	80
		0,237	253,8	114,3	14,9	5,44	26,4	4,53	1,25	0,244	1,81	0,345	1,78	90
		0,254	245,5	106,0	13,3	5,42	24,9	2,62	1,07	0,182	1,59	0,326	1,44	100
		0,144	295,8	169,9	28,0	5,44	35,7	110,5	2,55	1,11	3,51	0,407	6,61	50
180		0,161	279,2	149,1	22,9	5,40	32,2	42,9	1,96	0,668	2,82	0,368	4,56	60
		0,178	266,0	133,5	19,4	5,36	29,5	19,2	1,57	0,435	2,35	0,338	3,33	70
		0,193	255,0	121,3	16,7	5,33	27,4	9,61	1,30	0,300	2,00	0,313	2,54	80
		0,208	245,7	111,5	14,7	5,30	25,6	5,21	1,09	0,216	1,74	0,293	2,00	90
		0,222	237,7	103,4	13,0	5,27	24,1	3,01	0,94	0,161	1,53	0,277	1,61	100
		0,128	284,8	164,7	27,4	5,31	34,4	126,3	2,25	0,989	3,39	0,349	7,37	50
200		0,143	268,8	144,5	22,5	5,27	31,0	49,0	1,73	0,596	2,72	0,315	5,09	60
		0,158	256,1	129,4	19,0	5,23	28,4	22,0	1,39	0,389	2,26	0,289	3,72	70
		0,171	245,5	117,6	16,4	5,20	26,4	11,0	1,14	0,268	1,93	0,269	2,83	80
		0,184	236,6	108,1	14,4	5,17	24,7	5,96	0,97	0,193	1,67	0,252	2,23	90
		0,197	228,9	100,2	12,8	5,14	23,3	3,44	0,83	0,144	1,47	0,237	1,80	100
	Зональный пояс 5													
10		2,32	24,3	13,5	13,3	6,61	3,47	57,6	5,86	4,85	7,05	0,665	6,25	50
		2,60	23,0	11,8	10,7	6,47	3,14	22,3	4,51	2,88	5,60	0,601	4,31	60
		2,86	21,9	10,6	8,95	6,35	2,87	10,0	3,61	1,86	4,60	0,552	3,15	70
		3,11	20,97	9,62	7,65	6,25	2,67	5,01	2,98	1,27	3,89	0,512	2,40	80
		3,35	20,2	8,84	6,66	6,16	2,49	2,71	2,51	0,91	3,35	0,479	1,89	90
		3,58	19,5	8,20	5,88	6,08	2,35	1,57	2,16	0,67	2,93	0,452	1,53	100

## Продолжение приложения 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20	1,06	77,8	43,4	22,0	8,01	10,1	41,4	7,52	4,29	7,72	0,964	4,39	50
	1,19	73,5	38,1	17,9	7,89	9,10	16,0	5,78	2,56	6,16	0,870	3,03	60
	1,31	70,0	34,1	15,0	7,79	8,35	7,20	4,63	1,65	5,09	0,799	2,22	70
	1,42	67,1	31,0	12,8	7,70	7,74	3,60	3,82	1,13	4,32	0,741	1,69	80
	1,53	64,7	28,5	11,2	7,62	7,24	1,95	3,22	0,812	3,73	0,694	1,33	90
	1,63	62,6	26,4	9,89	7,55	6,83	1,13	2,77	0,602	3,28	0,655	1,07	100
40	0,483	170,8	96,8	30,7	8,13	20,7	41,0	7,25	3,20	7,16	0,964	4,11	50
	0,541	161,3	84,9	24,9	8,04	18,6	15,9	5,58	1,92	5,74	0,871	2,84	60
	0,596	153,6	76,0	20,9	7,97	17,1	7,14	4,47	1,24	4,76	0,799	2,07	70
	0,647	147,3	69,1	18,0	7,90	15,9	3,57	3,68	0,853	4,04	0,742	1,58	80
	0,697	141,9	63,5	15,7	7,84	14,8	1,93	3,11	0,613	3,50	0,695	1,24	90
	0,744	137,3	58,9	14,0	7,79	14,0	1,12	2,67	0,455	3,08	0,655	1,00	100
60	0,305	227,1	130,6	34,2	7,82	26,7	47,4	6,22	2,49	6,54	0,813	4,52	50
	0,342	214,4	114,6	27,9	7,75	24,1	18,4	4,79	1,50	5,25	0,734	3,12	60
	0,376	204,3	102,6	23,5	7,68	22,1	8,25	3,83	0,971	4,36	0,674	2,28	70
	0,409	195,8	93,2	20,2	7,63	20,5	4,12	3,16	0,668	3,71	0,625	1,74	80
	0,440	188,7	85,7	17,7	7,58	19,2	2,24	2,67	0,480	3,22	0,586	1,37	90
	0,470	182,5	79,4	15,7	7,53	18,1	1,29	2,29	0,357	2,83	0,552	1,10	100
80	0,220	257,1	149,6	35,7	7,50	29,9	56,2	5,26	2,01	6,07	0,667	5,13	50
	0,247	242,7	131,3	29,2	7,44	26,9	21,8	4,05	1,21	4,87	0,602	3,54	60
	0,272	231,2	117,6	24,6	7,38	24,7	9,78	3,24	0,787	4,05	0,553	2,59	70
	0,295	221,7	106,8	21,2	7,33	22,9	4,89	2,67	0,542	3,45	0,513	1,97	80
	0,318	213,6	98,2	18,6	7,29	21,4	2,65	2,26	0,390	2,99	0,480	1,55	90
	0,340	206,6	91,0	16,5	7,25	20,2	1,53	1,94	0,290	2,63	0,453	1,25	100
100	0,171	270,6	159,2	36,1	7,22	31,2	66,6	4,47	1,67	5,69	0,547	5,86	50
	0,192	255,5	139,7	29,5	7,16	28,1	25,8	3,43	1,01	4,57	0,494	4,04	60
	0,211	243,4	125,1	24,9	7,11	25,8	11,6	2,75	0,655	3,80	0,454	2,95	70
	0,229	233,3	113,7	21,5	7,06	23,9	5,79	2,27	0,451	3,23	0,421	2,25	80

## Продолжение приложения 1

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		0,247	224,8	104,5	18,8	7,02	22,4	3,14	1,91	0,325	2,80	0,394	1,77	90
		0,264	217,5	96,9	16,8	6,98	21,1	1,82	1,64	0,242	2,47	0,372	1,43	100
120		0,139	274,1	162,9	36,0	6,98	31,5	78,4	3,82	1,42	5,38	0,453	6,67	50
		0,156	258,8	142,9	29,4	6,92	28,4	30,4	2,94	0,854	4,32	0,409	4,60	60
		0,172	246,5	128,0	24,8	6,87	26,0	13,6	2,35	0,556	3,59	0,375	3,36	70
		0,187	236,4	116,3	21,4	6,83	24,2	6,82	1,94	0,383	3,06	0,348	2,56	80
		0,201	227,7	106,9	18,8	6,79	22,6	3,70	1,64	0,276	2,65	0,326	2,02	90
		0,215	220,3	99,1	16,7	6,75	21,3	2,14	1,41	0,206	2,34	0,308	1,63	100
140		0,117	271,5	162,8	35,5	6,76	31,1	91,6	3,30	1,22	5,12	0,378	7,56	50
		0,131	256,4	142,8	29,1	6,71	28,1	35,5	2,54	0,736	4,11	0,341	5,22	60
		0,144	244,2	127,9	24,6	6,66	25,8	15,9	2,03	0,480	3,42	0,313	3,81	70
		0,157	234,1	116,2	21,2	6,61	23,9	7,97	1,68	0,331	2,91	0,291	2,91	80
		0,169	225,6	106,8	18,6	6,58	22,4	4,32	1,41	0,239	2,52	0,272	2,29	90
		0,180	218,2	99,0	16,6	6,54	21,1	2,50	1,21	0,178	2,22	0,257	1,85	100
160		0,100	265,3	160,3	34,8	6,57	30,4	106,2	2,87	1,07	4,90	0,318	8,53	50
		0,113	250,5	140,7	28,6	6,52	27,4	41,2	2,21	0,643	3,93	0,288	5,89	60
		0,124	238,6	125,9	24,1	6,47	25,2	18,5	1,77	0,420	3,27	0,264	4,30	70
		0,135	228,8	114,4	20,8	6,42	23,3	9,24	1,46	0,290	2,78	0,245	3,28	80
		0,145	220,4	105,2	18,3	6,39	21,8	5,01	1,23	0,209	2,41	0,229	2,58	90
		0,155	213,2	97,5	16,3	6,35	20,6	2,90	1,06	0,156	2,13	0,216	2,08	100
180		0,088	256,9	156,4	34,1	6,40	29,5	122,2	2,52	0,941	4,70	0,271	9,57	50
		0,099	242,6	137,2	28,0	6,34	26,6	47,4	1,94	0,568	3,78	0,245	6,60	60
		0,108	231,1	122,9	23,6	6,29	24,4	21,3	1,55	0,371	3,14	0,224	4,83	70
		0,118	221,5	111,6	20,4	6,25	22,6	10,6	1,28	0,256	2,67	0,208	3,68	80
		0,127	213,5	102,6	18,0	6,21	21,2	5,76	1,08	0,185	2,32	0,195	2,89	90
		0,136	206,5	95,1	16,0	6,18	19,9	3,33	0,927	0,138	2,04	0,184	2,34	100
200		0,078	247,3	151,6	33,3	6,24	28,4	139,7	2,22	0,838	4,53	0,232	10,68	50
		0,087	233,5	133,0	27,3	6,18	25,6	54,1	1,71	0,506	3,64	0,210	7,37	60

0,096	222,4	119,1	23,1	6,13	23,5	24,3	1,37	0,331	3,02	0,192	5,39	70
0,105	213,3	108,2	20,0	6,09	21,8	12,1	1,13	0,228	2,57	0,179	4,11	80
0,113	205,5	99,5	17,6	6,05	20,4	6,58	0,953	0,165	2,23	0,167	3,23	90
0,120	198,8	92,2	15,7	6,02	19,2	3,81	0,819	0,123	1,96	0,158	2,61	100

## Приложение 2

Возрастная динамика фитомассы и ЧПП лиственничников по зональным поясам с учетом степени континентальности климата Евразии (обозначения в тексте)

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га							Годичная первичная продукция, т/га						
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	1	35	10,26	11,14	5,34	4,05	2,00	11,39	5,49	16,88	1,78	1,17	2,37	2,09	5,63	10,30	15,92	0,39
		45	11,87	10,57	5,23	3,64	2,04	10,91	5,03	15,94	3,37	1,03	1,34	2,10	4,46	4,61	9,07	0,46
		55	13,35	10,13	5,15	3,35	2,07	10,56	4,68	15,25	5,62	0,93	0,85	2,11	3,88	2,43	6,31	0,52
		65	14,71	9,78	5,08	3,12	2,09	10,29	4,42	14,71	8,59	0,85	0,58	2,11	3,54	1,42	4,96	0,58
		75	15,99	9,49	5,02	2,94	2,11	10,07	4,20	14,27	12,37	0,79	0,42	2,12	3,32	0,90	4,22	0,63
		85	17,20	9,24	4,97	2,79	2,13	9,88	4,02	13,90	17,01	0,74	0,31	2,12	3,17	0,60	3,78	0,68
		95	18,36	9,02	4,92	2,66	2,15	9,72	3,87	13,59	22,58	0,70	0,24	2,12	3,07	0,42	3,49	0,73
20	1	35	4,27	27,11	12,59	4,79	1,74	19,12	10,0	29,14	0,41	1,20	1,71	1,79	4,70	20,02	24,72	0,35
		45	4,95	25,70	12,33	4,30	1,79	18,42	9,18	27,60	0,77	1,05	0,96	1,81	3,83	8,96	12,79	0,41
		55	5,56	24,64	12,13	3,96	1,82	17,90	8,55	26,46	1,28	0,95	0,61	1,82	3,38	4,72	8,10	0,46
		65	6,13	23,78	11,96	3,69	1,85	17,50	8,06	25,56	1,96	0,87	0,42	1,84	3,12	2,77	5,89	0,52
		75	6,67	23,08	11,82	3,47	1,87	17,16	7,67	24,83	2,82	0,81	0,30	1,84	2,95	1,75	4,70	0,56
		85	7,17	22,47	11,70	3,29	1,89	16,89	7,34	24,22	3,88	0,76	0,23	1,85	2,84	1,17	4,01	0,61
		95	7,65	21,95	11,60	3,14	1,91	16,65	7,06	23,70	5,15	0,72	0,18	1,86	2,75	0,82	3,57	0,65
40	1	35	1,94	51,47	23,66	5,49	1,51	30,66	15,5	46,15	0,19	1,09	1,19	1,53	3,81	23,67	27,48	0,37
		45	2,25	48,81	23,17	4,94	1,56	29,67	14,2	43,85	0,35	0,96	0,67	1,56	3,18	10,60	13,78	0,43
		55	2,53	46,78	22,79	4,54	1,59	28,92	13,2	42,14	0,59	0,86	0,42	1,57	2,86	5,58	8,44	0,49

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		65	2,79	45,16	22,48	4,23	1,62	28,33	12,5	40,79	0,90	0,79	0,29	1,59	2,67	3,27	5,94	0,54
		75	3,03	43,82	22,22	3,98	1,65	27,85	11,8	39,70	1,30	0,73	0,21	1,60	2,54	2,07	4,61	0,60
		85	3,26	42,68	21,99	3,77	1,67	27,44	11,3	38,78	1,79	0,69	0,16	1,61	2,45	1,39	3,84	0,65
		95	3,48	41,69	21,79	3,60	1,69	27,08	10,9	37,99	2,37	0,65	0,12	1,62	2,39	0,97	3,36	0,69
60		35	1,27	66,77	30,81	5,86	1,39	38,06	18,5	56,55	0,16	0,97	0,94	1,40	3,32	20,73	24,05	0,41
		45	1,48	63,32	30,18	5,27	1,44	36,89	16,9	53,82	0,31	0,85	0,53	1,42	2,81	9,28	12,09	0,48
		55	1,66	60,70	29,68	4,84	1,47	36,00	15,8	51,78	0,52	0,77	0,34	1,44	2,55	4,89	7,44	0,55
		65	1,83	58,59	29,28	4,52	1,50	35,30	14,9	50,17	0,80	0,71	0,23	1,46	2,39	2,86	5,26	0,61
		75	1,99	56,85	28,93	4,25	1,53	34,71	14,1	48,86	1,15	0,66	0,17	1,47	2,29	1,81	4,10	0,66
		85	2,14	55,37	28,64	4,03	1,55	34,22	13,5	47,76	1,58	0,62	0,13	1,48	2,22	1,21	3,44	0,72
		95	2,28	54,08	28,38	3,85	1,57	33,80	13,0	46,81	2,09	0,58	0,10	1,49	2,17	0,85	3,02	0,77
80		35	0,96	76,30	35,45	6,10	1,32	42,87	20,3	63,13	0,17	0,88	0,80	1,32	2,99	17,02	20,01	0,46
		45	1,11	72,35	34,72	5,49	1,36	41,58	18,5	60,12	0,33	0,77	0,45	1,34	2,56	7,62	10,18	0,54
		55	1,25	69,35	34,15	5,04	1,40	40,60	17,3	57,88	0,55	0,69	0,28	1,36	2,34	4,01	6,35	0,61
		65	1,38	66,95	33,69	4,70	1,43	39,82	16,3	56,11	0,84	0,64	0,19	1,37	2,21	2,35	4,56	0,68
		75	1,50	64,95	33,29	4,43	1,45	39,17	15,5	54,67	1,21	0,59	0,14	1,39	2,12	1,49	3,61	0,74
		85	1,61	63,26	32,95	4,20	1,47	38,63	14,8	53,46	1,67	0,55	0,11	1,40	2,06	1,00	3,06	0,80
		95	1,72	61,79	32,65	4,01	1,49	38,15	14,3	52,41	2,21	0,52	0,08	1,41	2,01	0,70	2,71	0,86
100		35	0,78	82,16	38,48	6,28	1,26	46,02	21,3	67,33	0,20	0,80	0,70	1,26	2,75	13,77	16,52	0,51
		45	0,91	77,91	37,69	5,65	1,31	44,64	19,5	64,15	0,38	0,70	0,39	1,28	2,37	6,16	8,54	0,60
		55	1,02	74,68	37,07	5,19	1,34	43,60	18,2	61,78	0,63	0,63	0,25	1,30	2,18	3,24	5,42	0,68
		65	1,12	72,09	36,57	4,83	1,37	42,77	17,1	59,92	0,96	0,58	0,17	1,31	2,06	1,90	3,97	0,76
		75	1,22	69,95	36,14	4,55	1,40	42,09	16,3	58,39	1,38	0,54	0,12	1,33	1,99	1,20	3,19	0,83
		85	1,31	68,12	35,77	4,32	1,42	41,51	15,6	57,11	1,89	0,50	0,09	1,34	1,94	0,81	2,74	0,90
		95	1,40	66,54	35,44	4,12	1,44	41,00	15,0	56,01	2,51	0,48	0,07	1,35	1,90	0,57	2,46	0,96
120		35	0,66	85,63	40,43	6,41	1,22	48,06	21,9	69,99	0,23	0,73	0,62	1,21	2,56	11,14	13,70	0,57
		45	0,77	81,21	39,60	5,76	1,27	46,63	20,1	66,71	0,44	0,64	0,35	1,23	2,22	4,99	7,21	0,66

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		55	0,86	77,84	38,96	5,29	1,30	45,55	18,7	64,26	0,73	0,58	0,22	1,25	2,05	2,63	4,68	0,75
		65	0,95	75,14	38,42	4,93	1,33	44,69	17,6	62,33	1,12	0,53	0,15	1,27	1,95	1,54	3,49	0,84
		75	1,04	72,90	37,97	4,65	1,36	43,98	16,8	60,75	1,61	0,49	0,11	1,28	1,88	0,97	2,86	0,91
		85	1,11	71,00	37,59	4,41	1,38	43,37	16,1	59,43	2,22	0,46	0,08	1,29	1,84	0,65	2,49	0,99
		95	1,19	69,35	37,24	4,20	1,40	42,85	15,4	58,29	2,94	0,44	0,06	1,30	1,80	0,46	2,26	1,06
140		35	0,58	87,51	41,65	6,51	1,19	49,35	22,3	71,61	0,28	0,67	0,56	1,17	2,41	9,07	11,48	0,62
		45	0,67	82,99	40,80	5,85	1,23	47,88	20,4	68,27	0,52	0,59	0,32	1,20	2,11	4,06	6,17	0,73
		55	0,76	79,54	40,13	5,38	1,27	46,78	19,0	65,77	0,87	0,53	0,20	1,22	1,95	2,14	4,09	0,83
		65	0,83	76,79	39,58	5,01	1,30	45,89	17,9	63,81	1,33	0,49	0,14	1,23	1,86	1,25	3,11	0,92
		75	0,91	74,50	39,12	4,72	1,32	45,16	17,0	62,20	1,92	0,45	0,10	1,25	1,80	0,79	2,59	1,00
		85	0,98	72,56	38,72	4,48	1,35	44,54	16,3	60,84	2,63	0,43	0,07	1,26	1,76	0,53	2,29	1,09
160		95	1,04	70,87	38,37	4,27	1,36	44,00	15,7	59,68	3,50	0,40	0,06	1,27	1,73	0,37	2,10	1,16
		35	0,52	88,29	42,35	6,59	1,16	50,10	22,4	72,51	0,33	0,63	0,52	1,14	2,28	7,44	9,72	0,68
		45	0,60	83,72	41,48	5,92	1,21	48,61	20,5	69,13	0,62	0,55	0,29	1,17	2,01	3,33	5,34	0,79
		55	0,68	80,25	40,80	5,44	1,24	47,49	19,1	66,61	1,04	0,50	0,18	1,19	1,87	1,75	3,62	0,90
		65	0,75	77,47	40,25	5,07	1,27	46,59	18,0	64,62	1,59	0,45	0,13	1,20	1,78	1,03	2,81	1,00
		75	0,81	75,16	39,78	4,78	1,30	45,85	17,1	63,00	2,29	0,42	0,09	1,22	1,73	0,65	2,38	1,10
		85	0,87	73,20	39,37	4,53	1,32	45,22	16,4	61,63	3,14	0,40	0,07	1,23	1,69	0,44	2,13	1,19
180		95	0,93	71,50	39,01	4,32	1,34	44,67	15,8	60,45	4,17	0,37	0,05	1,24	1,66	0,31	1,97	1,27
		35	0,47	88,30	42,68	6,65	1,14	50,47	22,4	72,90	0,39	0,58	0,48	1,12	2,18	6,15	8,33	0,74
		45	0,55	83,74	41,80	5,98	1,18	48,97	20,5	69,50	0,74	0,51	0,27	1,14	1,92	2,76	4,68	0,86
		55	0,61	80,27	41,12	5,50	1,22	47,84	19,1	66,97	1,24	0,46	0,17	1,16	1,79	1,45	3,24	0,98
		65	0,68	77,48	40,56	5,12	1,25	46,93	18,0	64,97	1,90	0,42	0,12	1,18	1,72	0,85	2,57	1,09
		75	0,74	75,18	40,08	4,82	1,27	46,18	17,2	63,34	2,73	0,39	0,08	1,19	1,67	0,54	2,21	1,19
		85	0,79	73,22	39,67	4,58	1,29	45,54	16,4	61,97	3,76	0,37	0,06	1,20	1,63	0,36	2,00	1,29
200		95	0,85	71,52	39,31	4,37	1,31	44,99	15,8	60,78	4,98	0,35	0,05	1,21	1,61	0,25	1,86	1,38
		35	0,43	87,79	42,73	6,71	1,12	50,56	22,4	72,91	0,47	0,55	0,44	1,09	2,09	5,13	7,22	0,80



A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		45	0,50	83,25	41,86	6,03	1,16	49,06	20,5	69,52	0,89	0,48	0,25	1,12	1,85	2,30	4,15	0,93
		55	0,57	79,79	41,18	5,54	1,20	47,92	19,1	66,99	1,48	0,43	0,16	1,14	1,73	1,21	2,94	1,06
		65	0,62	77,03	40,61	5,17	1,23	47,01	18,0	64,99	2,26	0,40	0,11	1,16	1,66	0,71	2,37	1,17
		75	0,68	74,74	40,14	4,86	1,25	46,25	17,1	63,35	3,26	0,37	0,08	1,17	1,62	0,45	2,06	1,29
		85	0,73	72,79	39,73	4,61	1,27	45,62	16,4	61,98	4,48	0,35	0,06	1,18	1,59	0,30	1,89	1,39
		95	0,78	71,10	39,37	4,40	1,29	45,06	15,7	60,80	5,95	0,33	0,05	1,19	1,56	0,21	1,77	1,49
10		35	7,07	31,85	15,47	10,0	4,18	29,67	10,3	39,93	2,87	4,19	6,60	4,37	15,2	8,44	23,60	0,56
		45	8,19	30,20	15,15	9,02	4,27	28,44	9,4	37,83	5,43	3,68	3,73	4,40	11,8	3,78	15,59	0,65
		55	9,21	28,95	14,90	8,28	4,34	27,53	8,7	36,28	9,05	3,32	2,36	4,43	10,1	1,99	12,10	0,74
		65	10,15	27,94	14,70	7,72	4,40	26,82	8,3	35,07	13,85	3,05	1,61	4,44	9,10	1,17	10,27	0,82
		75	11,03	27,11	14,53	7,27	4,45	26,24	7,8	34,09	19,94	2,83	1,17	4,46	8,45	0,74	9,19	0,90
		85	11,87	26,41	14,38	6,90	4,49	25,76	7,5	33,27	27,42	2,65	0,88	4,47	8,00	0,49	8,49	0,97
20	2	35	2,95	77,47	36,45	11,8	3,60	51,90	18,7	70,62	0,65	4,30	4,76	3,70	12,8	16,41	29,17	0,50
		45	3,41	73,46	35,71	10,7	3,69	50,05	17,1	67,20	1,24	3,78	2,69	3,75	10,2	7,34	17,56	0,58
		55	3,84	70,42	35,12	9,79	3,77	48,68	16,0	64,66	2,06	3,40	1,70	3,78	8,89	3,87	12,76	0,66
		65	4,23	67,98	34,64	9,12	3,83	47,60	15,1	62,66	3,16	3,12	1,16	3,81	8,10	2,27	10,36	0,74
		75	4,60	65,95	34,24	8,59	3,88	46,71	14,3	61,04	4,55	2,90	0,84	3,83	7,57	1,43	9,01	0,81
		85	4,95	64,23	33,89	8,15	3,93	45,97	13,7	59,68	6,25	2,72	0,63	3,85	7,20	0,96	8,16	0,87
40		35	1,34	147,1	68,50	13,6	3,08	85,17	28,9	114,1	0,30	3,91	3,31	3,13	10,3	19,40	29,75	0,53
		45	1,55	139,5	67,10	12,2	3,18	82,50	26,5	109,0	0,57	3,43	1,87	3,18	8,49	8,68	17,17	0,62
		55	1,74	133,7	66,00	11,2	3,26	80,49	24,7	105,2	0,95	3,09	1,18	3,22	7,50	4,57	12,07	0,70
		65	1,92	129,1	65,10	10,5	3,32	78,89	23,3	102,2	1,46	2,84	0,81	3,26	6,90	2,68	9,58	0,78
		75	2,09	125,2	64,34	9,85	3,38	77,57	22,1	99,70	2,10	2,64	0,58	3,28	6,50	1,70	8,20	0,85
		85	2,25	122,0	63,68	9,34	3,43	76,45	21,2	97,63	2,88	2,47	0,44	3,31	6,22	1,14	7,35	0,92
		95	2,40	119,1	63,10	8,92	3,47	75,49	20,4	95,86	3,83	2,33	0,34	3,33	6,00	0,80	6,80	0,99

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
60		35	0,88	190,8	89,20	14,51	2,83	106,5	34,5	141,1	0,27	3,49	2,63	2,84	8,97	16,99	25,96	0,59
		45	1,02	181,0	87,38	13,05	2,92	103,3	31,6	135,0	0,50	3,07	1,49	2,90	7,45	7,61	15,06	0,69
		55	1,14	173,5	85,95	11,99	3,00	100,9	29,5	130,4	0,84	2,77	0,94	2,94	6,65	4,00	10,65	0,78
		65	1,26	167,5	84,77	11,18	3,06	99,01	27,8	126,8	1,28	2,54	0,64	2,97	6,16	2,35	8,50	0,87
		75	1,37	162,5	83,78	10,52	3,12	97,42	26,4	123,8	1,85	2,36	0,47	3,00	5,82	1,49	7,31	0,95
		85	1,48	158,2	82,92	9,98	3,17	96,07	25,3	121,4	2,54	2,21	0,35	3,03	5,59	1,00	6,58	1,03
		95	1,57	154,6	82,17	9,52	3,21	94,90	24,3	119,2	3,37	2,08	0,27	3,05	5,41	0,70	6,10	1,10
80		35	0,66	218,1	102,6	15,11	2,66	120,4	37,8	158,2	0,28	3,15	2,22	2,66	8,03	13,95	21,98	0,66
		45	0,77	206,8	100,5	13,59	2,76	116,9	34,6	151,5	0,53	2,76	1,25	2,72	6,73	6,24	12,98	0,77
		55	0,86	198,2	98,89	12,49	2,83	114,2	32,3	146,5	0,89	2,49	0,79	2,76	6,04	3,29	9,33	0,87
		65	0,95	191,3	97,54	11,64	2,90	112,1	30,4	142,5	1,36	2,28	0,54	2,79	5,62	1,93	7,55	0,97
		75	1,04	185,6	96,40	10,96	2,95	110,3	28,9	139,3	1,95	2,12	0,39	2,82	5,34	1,22	6,56	1,06
		85	1,11	180,8	95,41	10,39	3,00	108,8	27,7	136,5	2,69	1,99	0,30	2,85	5,13	0,82	5,95	1,15
		95	1,19	176,6	94,55	9,92	3,04	107,5	26,6	134,1	3,57	1,88	0,23	2,87	4,98	0,57	5,55	1,23
100		35	0,54	234,8	111,4	15,53	2,54	129,5	39,8	169,3	0,32	2,86	1,94	2,53	7,33	11,28	18,61	0,73
		45	0,62	222,7	109,1	13,97	2,64	125,7	36,4	162,2	0,60	2,51	1,09	2,59	6,19	5,05	11,24	0,86
		55	0,70	213,4	107,3	12,84	2,71	122,9	34,0	156,9	1,01	2,26	0,69	2,63	5,59	2,66	8,25	0,97
		65	0,77	206,0	105,9	11,97	2,78	120,6	32,0	152,6	1,54	2,08	0,47	2,67	5,22	1,56	6,77	1,08
		75	0,84	199,9	104,6	11,27	2,83	118,7	30,5	149,2	2,22	1,93	0,34	2,70	4,97	0,99	5,95	1,18
		85	0,90	194,7	103,6	10,69	2,88	117,1	29,1	146,3	3,05	1,81	0,26	2,72	4,79	0,66	5,45	1,28
		95	0,97	190,2	102,6	10,20	2,92	115,7	28,0	143,8	4,05	1,71	0,20	2,74	4,65	0,46	5,11	1,37
120		35	0,46	244,7	117,1	15,86	2,46	135,4	41,0	176,3	0,37	2,62	1,73	2,43	6,78	9,13	15,92	0,81
		45	0,53	232,1	114,7	14,26	2,55	131,5	37,5	169,0	0,71	2,30	0,98	2,49	5,77	4,09	9,85	0,95
		55	0,60	222,5	112,8	13,10	2,62	128,5	35,0	163,5	1,18	2,07	0,62	2,53	5,22	2,15	7,38	1,07
		65	0,66	214,8	111,3	12,21	2,69	126,2	33,0	159,1	1,81	1,90	0,42	2,57	4,89	1,26	6,15	1,19
		75	0,71	208,4	110,0	11,50	2,74	124,2	31,3	155,5	2,60	1,77	0,31	2,60	4,67	0,80	5,47	1,31
		85	0,77	202,9	108,8	10,91	2,79	122,5	30,0	152,5	3,58	1,66	0,23	2,62	4,51	0,53	5,04	1,41

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /Га	Фитомасса, т/Га						Годичная первичная продукция, т/Га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
140		95	0,82	198,2	107,8	10,41	2,83	121,1	28,8	149,9	4,75	1,56	0,18	2,65	4,39	0,37	4,76	1,52
		35	0,40	250,1	120,6	16,10	2,38	139,1	41,6	180,7	0,44	2,42	1,57	2,35	6,34	7,43	13,77	0,89
		45	0,46	237,2	118,1	14,49	2,48	135,1	38,1	173,2	0,84	2,12	0,88	2,41	5,42	3,33	8,75	1,04
		55	0,52	227,3	116,2	13,31	2,55	132,1	35,5	167,5	1,40	1,91	0,56	2,45	4,93	1,75	6,68	1,18
		65	0,58	219,5	114,6	12,41	2,61	129,6	33,5	163,1	2,14	1,76	0,38	2,49	4,63	1,03	5,65	1,31
		75	0,63	212,9	113,3	11,68	2,67	127,6	31,8	159,4	3,09	1,63	0,28	2,52	4,43	0,65	5,08	1,43
		85	0,67	207,4	112,1	11,08	2,72	125,9	30,5	156,4	4,25	1,53	0,21	2,55	4,28	0,44	4,72	1,55
		95	0,72	202,6	111,1	10,57	2,76	124,4	29,3	153,7	5,64	1,44	0,16	2,57	4,17	0,31	4,48	1,66
160		35	0,36	252,3	122,6	16,30	2,33	141,3	41,9	183,1	0,53	2,24	1,44	2,29	5,97	6,10	12,07	0,97
		45	0,42	239,3	120,1	14,67	2,42	137,2	38,3	175,5	1,00	1,97	0,81	2,35	5,13	2,73	7,86	1,13
		55	0,47	229,4	118,1	13,48	2,49	134,1	35,7	169,8	1,67	1,78	0,51	2,39	4,68	1,44	6,12	1,29
		65	0,51	221,4	116,5	12,56	2,55	131,6	33,7	165,3	2,56	1,63	0,35	2,42	4,41	0,84	5,25	1,43
		75	0,56	214,8	115,2	11,82	2,61	129,6	32,0	161,6	3,69	1,51	0,25	2,45	4,22	0,53	4,75	1,56
		85	0,60	209,2	114,0	11,22	2,66	127,9	30,7	158,5	5,07	1,42	0,19	2,48	4,09	0,36	4,45	1,69
		95	0,64	204,4	113,0	10,70	2,70	126,4	29,5	155,8	6,73	1,34	0,15	2,50	3,99	0,25	4,24	1,82
180		35	0,33	252,4	123,6	16,47	2,28	142,3	41,9	184,2	0,63	2,09	1,33	2,24	5,66	5,04	10,70	1,05
		45	0,38	239,3	121,0	14,81	2,37	138,2	38,4	176,6	1,20	1,84	0,75	2,29	4,88	2,26	7,14	1,23
		55	0,42	229,4	119,1	13,61	2,44	135,1	35,7	170,9	2,00	1,66	0,48	2,33	4,47	1,19	5,66	1,40
		65	0,47	221,5	117,4	12,68	2,50	132,6	33,7	166,3	3,06	1,52	0,33	2,37	4,22	0,70	4,91	1,55
		75	0,51	214,9	116,1	11,94	2,56	130,6	32,1	162,6	4,40	1,41	0,23	2,40	4,05	0,44	4,49	1,70
		85	0,55	209,3	114,9	11,33	2,61	128,8	30,7	159,5	6,05	1,32	0,18	2,43	3,93	0,30	4,22	1,84
		95	0,58	204,4	113,8	10,81	2,65	127,3	29,5	156,8	8,04	1,25	0,14	2,45	3,84	0,21	4,04	1,97
200		35	0,30	250,9	123,7	16,60	2,24	142,6	41,8	184,3	0,75	1,96	1,24	2,19	5,39	4,20	9,59	1,14
		45	0,35	237,9	121,2	14,93	2,33	138,5	38,2	176,7	1,43	1,72	0,70	2,24	4,67	1,88	6,55	1,33
		55	0,39	228,1	119,2	13,72	2,40	135,3	35,6	171,0	2,38	1,55	0,44	2,29	4,28	0,99	5,27	1,51
		65	0,43	220,2	117,6	12,79	2,46	132,8	33,6	166,4	3,65	1,42	0,30	2,32	4,05	0,58	4,63	1,68
		75	0,47	213,6	116,2	12,04	2,52	130,8	31,9	162,7	5,25	1,32	0,22	2,35	3,90	0,37	4,26	1,84

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		85	0,50	208,0	115,0	11,42	2,56	129,0	30,6	159,6	7,22	1,24	0,16	2,38	3,79	0,25	4,03	1,99
		95	0,54	203,2	114,0	10,90	2,60	127,5	29,4	156,9	9,58	1,17	0,13	2,40	3,70	0,17	3,88	2,13
10		35	5,69	45,46	21,11	11,32	4,78	37,21	10,9	48,15	3,57	4,62	6,11	4,97	15,7	6,82	22,52	0,68
		45	6,59	43,11	20,67	10,18	4,89	35,74	10,0	45,77	6,78	4,06	3,45	5,01	12,5	3,05	15,57	0,79
		55	7,41	41,32	20,34	9,36	4,97	34,66	9,3	44,01	11,29	3,66	2,19	5,04	10,9	1,61	12,49	0,90
		65	8,17	39,89	20,06	8,72	5,04	33,82	8,8	42,63	17,28	3,36	1,49	5,07	9,92	0,94	10,86	1,00
		75	8,88	38,70	19,82	8,21	5,10	33,13	8,4	41,51	24,87	3,12	1,08	5,08	9,28	0,60	9,88	1,09
		85	9,55	37,69	19,62	7,79	5,15	32,56	8,0	40,58	34,20	2,92	0,81	5,10	8,83	0,40	9,23	1,18
		95	10,19	36,82	19,44	7,43	5,20	32,07	7,7	39,78	45,40	2,76	0,63	5,11	8,50	0,28	8,78	1,27
20	3	35	2,37	110,6	49,74	13,38	4,08	67,20	20,0	87,19	0,81	4,74	4,41	4,18	13,3	13,25	26,58	0,61
		45	2,75	104,9	48,72	12,04	4,19	64,95	18,3	83,25	1,54	4,16	2,49	4,24	10,9	5,93	16,82	0,71
		55	3,09	100,5	47,93	11,06	4,28	63,27	17,1	80,32	2,57	3,75	1,58	4,28	9,61	3,12	12,73	0,81
		65	3,40	97,03	47,27	10,31	4,36	61,94	16,1	78,02	3,94	3,44	1,08	4,31	8,83	1,83	10,66	0,89
		75	3,70	94,14	46,72	9,70	4,42	60,84	15,3	76,14	5,67	3,20	0,78	4,34	8,32	1,16	9,48	0,98
		85	3,98	91,69	46,24	9,20	4,48	59,92	14,6	74,56	7,80	3,00	0,59	4,36	7,95	0,78	8,72	1,06
		95	4,25	89,56	45,82	8,78	4,53	59,13	14,1	73,20	10,35	2,83	0,45	4,39	7,67	0,54	8,21	1,14
40		35	1,08	210,0	93,47	15,34	3,48	112,3	30,9	143,2	0,38	4,31	3,07	3,51	10,9	15,67	26,56	0,64
		45	1,25	199,1	91,56	13,80	3,59	108,9	28,3	137,2	0,71	3,78	1,73	3,57	9,09	7,02	16,10	0,75
		55	1,40	190,9	90,06	12,68	3,68	106,4	26,4	132,8	1,19	3,41	1,10	3,62	8,13	3,69	11,82	0,85
		65	1,55	184,3	88,83	11,82	3,76	104,4	24,8	129,2	1,82	3,13	0,75	3,66	7,54	2,16	9,70	0,94
		75	1,68	178,8	87,79	11,13	3,82	102,7	23,6	126,4	2,61	2,91	0,54	3,69	7,14	1,37	8,51	1,03
		85	1,81	174,1	86,89	10,55	3,88	101,3	22,6	123,9	3,60	2,72	0,41	3,72	6,85	0,92	7,77	1,12
		95	1,93	170,1	86,10	10,07	3,93	100,1	21,7	121,8	4,77	2,57	0,32	3,75	6,64	0,64	7,28	1,20
60		35	0,71	272,4	121,7	16,39	3,17	141,3	36,9	178,1	0,33	3,85	2,44	3,18	9,47	13,72	23,19	0,71
		45	0,82	258,3	119,2	14,74	3,28	137,2	33,8	171,0	0,63	3,38	1,38	3,24	8,00	6,14	14,15	0,84
		55	0,92	247,6	117,3	13,54	3,37	134,2	31,5	165,6	1,05	3,05	0,87	3,29	7,21	3,23	10,45	0,95
		65	1,02	239,0	115,7	12,62	3,45	131,7	29,7	161,4	1,60	2,80	0,60	3,33	6,73	1,90	8,62	1,05

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		75	1,10	231,9	114,3	11,88	3,51	129,7	28,2	157,9	2,30	2,60	0,43	3,37	6,40	1,20	7,60	1,15
		85	1,19	225,9	113,1	11,27	3,57	128,0	27,0	155,0	3,17	2,43	0,32	3,40	6,16	0,80	6,96	1,25
		95	1,27	220,6	112,1	10,76	3,62	126,5	26,0	152,5	4,21	2,30	0,25	3,42	5,97	0,56	6,54	1,34
80		35	0,53	311,3	140,0	17,07	2,98	160,1	40,4	200,5	0,35	3,47	2,06	2,97	8,49	11,27	19,76	0,80
		45	0,62	295,2	137,2	15,35	3,09	155,6	37,0	192,6	0,66	3,05	1,16	3,03	7,24	5,04	12,28	0,93
		55	0,70	282,9	134,9	14,10	3,18	152,2	34,5	186,7	1,11	2,75	0,74	3,08	6,56	2,66	9,22	1,06
		65	0,77	273,1	133,1	13,15	3,25	149,5	32,5	182,0	1,69	2,52	0,50	3,12	6,15	1,56	7,70	1,18
		75	0,83	265,0	131,5	12,38	3,32	147,2	30,9	178,1	2,44	2,34	0,36	3,16	5,86	0,98	6,85	1,29
		85	0,90	258,1	130,2	11,74	3,37	145,3	29,6	174,9	3,35	2,19	0,27	3,19	5,66	0,66	6,32	1,40
		95	0,96	252,1	129,0	11,20	3,42	143,6	28,4	172,1	4,45	2,07	0,21	3,22	5,50	0,46	5,96	1,50
100		35	0,43	335,2	152,0	17,55	2,84	172,4	42,5	214,9	0,40	3,15	1,80	2,82	7,77	9,11	16,88	0,89
		45	0,50	317,9	148,9	15,78	2,95	167,6	38,9	206,5	0,75	2,77	1,01	2,88	6,66	4,08	10,74	1,04
		55	0,56	304,7	146,5	14,50	3,04	164,0	36,3	200,3	1,26	2,50	0,64	2,93	6,07	2,15	8,22	1,18
		65	0,62	294,1	144,5	13,52	3,11	161,1	34,2	195,3	1,92	2,29	0,44	2,97	5,70	1,26	6,96	1,31
		75	0,68	285,4	142,8	12,72	3,18	158,7	32,5	191,2	2,77	2,13	0,32	3,01	5,45	0,80	6,25	1,44
		85	0,73	277,9	141,3	12,07	3,23	156,6	31,1	187,7	3,81	1,99	0,24	3,04	5,27	0,53	5,81	1,55
		95	0,78	271,5	140,0	11,52	3,28	154,8	29,9	184,8	5,05	1,88	0,19	3,07	5,13	0,37	5,51	1,67
120		35	0,37	349,4	159,7	17,91	2,74	180,4	43,7	224,1	0,47	2,89	1,60	2,70	7,19	7,38	14,57	0,98
		45	0,43	331,3	156,5	16,11	2,85	175,4	40,0	215,5	0,88	2,54	0,90	2,77	6,21	3,30	9,51	1,15
		55	0,48	317,6	153,9	14,80	2,93	171,6	37,3	209,0	1,47	2,29	0,57	2,82	5,68	1,74	7,42	1,30
		65	0,53	306,5	151,8	13,79	3,01	168,6	35,2	203,8	2,25	2,10	0,39	2,86	5,35	1,02	6,37	1,45
		75	0,58	297,4	150,0	12,99	3,07	166,1	33,5	199,5	3,24	1,95	0,28	2,90	5,13	0,64	5,77	1,59
		85	0,62	289,7	148,5	12,32	3,13	163,9	32,0	196,0	4,46	1,83	0,21	2,93	4,97	0,43	5,40	1,72
		95	0,66	282,9	147,1	11,76	3,18	162,1	30,8	192,9	5,92	1,72	0,17	2,95	4,84	0,30	5,15	1,84
140		35	0,32	357,0	164,6	18,19	2,66	185,4	44,4	229,8	0,55	2,67	1,45	2,61	6,73	6,01	12,74	1,08
		45	0,37	338,6	161,2	16,36	2,76	180,3	40,7	221,0	1,05	2,34	0,82	2,68	5,84	2,69	8,53	1,26
		55	0,42	324,5	158,5	15,03	2,85	176,4	37,9	214,3	1,75	2,11	0,52	2,73	5,36	1,42	6,77	1,43

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		65	0,46	313,3	156,4	14,01	2,92	173,3	35,7	209,0	2,68	1,94	0,35	2,77	5,06	0,83	5,89	1,59
		75	0,50	303,9	154,6	13,19	2,99	170,7	34,0	204,7	3,85	1,80	0,26	2,81	4,86	0,52	5,39	1,74
		85	0,54	296,0	153,0	12,51	3,04	168,5	32,5	201,0	5,30	1,68	0,19	2,84	4,72	0,35	5,07	1,88
		95	0,58	289,1	151,6	11,94	3,09	166,6	31,3	197,9	7,03	1,59	0,15	2,86	4,61	0,25	4,85	2,02
		35	0,29	360,2	167,3	18,42	2,59	188,3	44,7	233,0	0,66	2,47	1,33	2,54	6,34	4,93	11,27	1,18
		45	0,33	341,6	163,9	16,56	2,70	183,2	40,9	224,1	1,25	2,17	0,75	2,60	5,53	2,21	7,73	1,38
		55	0,38	327,4	161,2	15,22	2,78	179,2	38,1	217,3	2,09	1,96	0,48	2,65	5,09	1,16	6,25	1,56
		65	0,41	316,1	159,0	14,19	2,85	176,0	36,0	212,0	3,19	1,80	0,33	2,70	4,82	0,68	5,50	1,74
160		75	0,45	306,6	157,1	13,35	2,92	173,4	34,2	207,6	4,60	1,67	0,23	2,73	4,64	0,43	5,07	1,90
		85	0,48	298,6	155,5	12,67	2,97	171,2	32,7	203,9	6,32	1,56	0,18	2,76	4,50	0,29	4,79	2,06
		95	0,52	291,7	154,1	12,09	3,02	169,2	31,5	200,7	8,39	1,48	0,14	2,79	4,40	0,20	4,61	2,21
		35	0,26	360,3	168,6	18,60	2,53	189,7	44,7	234,5	0,79	2,31	1,23	2,48	6,02	4,07	10,09	1,28
		45	0,30	341,6	165,2	16,73	2,64	184,5	40,9	225,5	1,50	2,03	0,70	2,54	5,26	1,82	7,09	1,50
		55	0,34	327,5	162,5	15,37	2,72	180,6	38,2	218,7	2,49	1,83	0,44	2,59	4,86	0,96	5,82	1,70
		65	0,38	316,1	160,2	14,33	2,80	177,4	36,0	213,3	3,81	1,68	0,30	2,63	4,61	0,56	5,17	1,89
		75	0,41	306,7	158,4	13,49	2,86	174,7	34,2	208,9	5,49	1,56	0,22	2,67	4,44	0,36	4,80	2,06
180		85	0,44	298,7	156,7	12,79	2,91	172,4	32,7	205,2	7,55	1,46	0,16	2,70	4,32	0,24	4,56	2,23
		95	0,47	291,8	155,3	12,21	2,96	170,5	31,5	202,0	10,02	1,38	0,13	2,73	4,23	0,17	4,40	2,40
		35	0,24	358,1	168,8	18,75	2,49	190,1	44,6	234,6	0,94	2,16	1,15	2,43	5,74	3,40	9,13	1,38
		45	0,28	339,6	165,4	16,87	2,59	184,8	40,8	225,6	1,78	1,90	0,65	2,49	5,04	1,52	6,56	1,62
		55	0,31	325,5	162,7	15,50	2,68	180,9	38,0	218,9	2,97	1,71	0,41	2,54	4,66	0,80	5,46	1,83
		65	0,35	314,3	160,5	14,44	2,75	177,6	35,9	213,5	4,55	1,57	0,28	2,58	4,43	0,47	4,90	2,04
		75	0,38	304,9	158,6	13,60	2,81	175,0	34,1	209,1	6,55	1,46	0,20	2,62	4,28	0,30	4,57	2,23
		85	0,40	296,9	157,0	12,90	2,86	172,7	32,6	205,3	9,01	1,37	0,15	2,65	4,17	0,20	4,37	2,41
200		95	0,43	290,1	155,5	12,31	2,91	170,7	31,4	202,1	11,96	1,29	0,12	2,68	4,08	0,14	4,22	2,59
		35	4,88	52,13	22,89	10,28	4,60	37,77	10,0	47,80	4,07	3,70	4,27	4,75	12,7	5,61	18,34	0,77
		45	5,65	49,43	22,42	9,25	4,71	36,38	9,2	45,56	7,72	3,25	2,41	4,79	10,5	2,51	12,97	0,90

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		55	6,35	47,38	22,06	8,50	4,79	35,35	8,6	43,90	12,87	2,93	1,53	4,83	9,29	1,32	10,61	1,03
		65	7,00	45,74	21,75	7,92	4,86	34,54	8,1	42,60	19,69	2,69	1,05	4,85	8,59	0,77	9,36	1,14
		75	7,61	44,38	21,50	7,46	4,92	33,88	7,7	41,55	28,35	2,50	0,75	4,87	8,13	0,49	8,62	1,25
		85	8,18	43,22	21,28	7,07	4,97	33,33	7,3	40,67	38,98	2,34	0,57	4,89	7,80	0,33	8,13	1,35
		95	8,73	42,22	21,09	6,75	5,02	32,85	7,1	39,91	51,74	2,21	0,44	4,90	7,56	0,23	7,79	1,45
		20		35	2,03	126,8	53,95	12,15	3,90	70,01	18,3	88,31	0,93	3,80	3,08	3,98	10,9	10,91
45	2,35			120,2	52,85	10,93	4,02	67,79	16,8	84,55	1,76	3,33	1,74	4,03	9,11	4,88	13,99	0,81
55	2,65			115,3	51,98	10,04	4,11	66,13	15,6	81,75	2,93	3,01	1,10	4,08	8,18	2,57	10,75	0,92
65	2,92			111,3	51,27	9,36	4,18	64,81	14,7	79,54	4,49	2,76	0,75	4,11	7,62	1,51	9,13	1,02
75	3,17			107,9	50,67	8,81	4,24	63,73	14,0	77,73	6,46	2,56	0,54	4,14	7,24	0,95	8,20	1,12
85	3,41			105,1	50,15	8,36	4,30	62,81	13,4	76,21	8,89	2,40	0,41	4,16	6,97	0,64	7,61	1,21
40		95	3,64	102,7	49,70	7,98	4,35	62,02	12,9	74,91	11,80	2,27	0,32	4,19	6,77	0,45	7,22	1,30
		35	0,92	240,8	101,4	13,93	3,31	118,6	28,3	146,9	0,43	3,45	2,15	3,32	8,92	12,89	21,81	0,73
		45	1,07	228,3	99,30	12,53	3,42	115,3	25,9	141,2	0,81	3,03	1,21	3,39	7,63	5,77	13,40	0,86
		55	1,20	218,9	97,68	11,51	3,51	112,7	24,1	136,8	1,35	2,73	0,77	3,43	6,93	3,04	9,97	0,97
		65	1,33	211,3	96,35	10,73	3,59	110,7	22,8	133,4	2,07	2,51	0,52	3,47	6,50	1,78	8,29	1,08
		75	1,44	205,0	95,22	10,10	3,65	109,0	21,6	130,6	2,98	2,33	0,38	3,51	6,21	1,13	7,34	1,18
60		85	1,55	199,6	94,24	9,58	3,71	107,5	20,7	128,2	4,10	2,18	0,28	3,54	6,00	0,76	6,76	1,28
		95	1,65	195,0	93,38	9,14	3,76	106,3	19,9	126,2	5,44	2,06	0,22	3,56	5,84	0,53	6,37	1,37
		35	0,61	312,4	132,0	14,88	3,01	149,9	33,8	183,7	0,38	3,08	1,71	3,00	7,79	11,29	19,09	0,81
		45	0,70	296,2	129,3	13,39	3,12	145,8	30,9	176,7	0,72	2,71	0,96	3,06	6,74	5,06	11,79	0,95
		55	0,79	283,9	127,2	12,30	3,21	142,7	28,8	171,5	1,19	2,44	0,61	3,11	6,17	2,66	8,83	1,08
		65	0,87	274,1	125,5	11,46	3,28	140,2	27,2	167,4	1,82	2,24	0,42	3,15	5,81	1,56	7,37	1,20
80		75	0,95	265,9	124,0	10,79	3,35	138,1	25,8	164,0	2,63	2,08	0,30	3,19	5,57	0,99	6,56	1,32
		85	1,02	259,0	122,7	10,24	3,40	136,4	24,7	161,1	3,61	1,95	0,23	3,22	5,40	0,66	6,06	1,42
		95	1,09	253,0	121,6	9,77	3,45	134,8	23,8	158,6	4,79	1,84	0,18	3,24	5,26	0,46	5,72	1,53
80		35	0,46	356,9	151,9	15,50	2,83	170,2	37,0	207,2	0,40	2,78	1,44	2,80	7,01	9,27	16,29	0,91

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		45	0,53	338,5	148,8	13,94	2,93	165,7	33,9	199,5	0,76	2,44	0,81	2,86	6,11	4,15	10,26	1,07
		55	0,60	324,4	146,4	12,81	3,02	162,2	31,6	193,7	1,26	2,20	0,51	2,91	5,62	2,19	7,81	1,21
		65	0,66	313,2	144,4	11,94	3,09	159,4	29,8	189,1	1,93	2,02	0,35	2,95	5,32	1,28	6,60	1,35
		75	0,71	303,9	142,7	11,24	3,16	157,1	28,3	185,4	2,78	1,87	0,25	2,99	5,11	0,81	5,92	1,47
		85	0,77	295,9	141,2	10,66	3,21	155,1	27,1	182,2	3,82	1,76	0,19	3,02	4,96	0,54	5,51	1,59
		95	0,82	289,1	139,9	10,17	3,26	153,4	26,0	179,4	5,07	1,66	0,15	3,04	4,85	0,38	5,23	1,71
100		35	0,37	384,3	164,9	15,93	2,69	183,5	38,9	222,4	0,45	2,52	1,26	2,65	6,43	7,50	13,93	1,01
		45	0,43	364,5	161,5	14,33	2,80	178,6	35,6	214,3	0,86	2,22	0,71	2,72	5,64	3,36	9,00	1,19
		55	0,48	349,3	158,9	13,17	2,88	174,9	33,2	208,1	1,43	2,00	0,45	2,77	5,21	1,77	6,98	1,35
		65	0,53	337,2	156,7	12,27	2,96	171,9	31,3	203,2	2,19	1,83	0,31	2,81	4,95	1,04	5,98	1,50
		75	0,58	327,2	154,9	11,56	3,02	169,4	29,8	199,2	3,16	1,70	0,22	2,84	4,77	0,66	5,42	1,64
		85	0,62	318,7	153,3	10,96	3,07	167,3	28,5	195,8	4,34	1,60	0,17	2,87	4,64	0,44	5,07	1,77
120		95	0,67	311,3	151,9	10,46	3,12	165,5	27,4	192,9	5,76	1,51	0,13	2,90	4,54	0,31	4,84	1,90
		35	0,32	400,6	173,3	16,26	2,59	192,1	40,1	232,2	0,53	2,31	1,12	2,54	5,98	6,07	12,05	1,12
		45	0,37	379,9	169,7	14,63	2,70	187,0	36,7	223,7	1,01	2,03	0,63	2,61	5,27	2,72	7,99	1,31
		55	0,41	364,1	166,9	13,44	2,78	183,2	34,2	217,3	1,68	1,83	0,40	2,66	4,89	1,43	6,32	1,49
		65	0,45	351,5	164,7	12,53	2,85	180,0	32,2	212,3	2,57	1,68	0,27	2,70	4,65	0,84	5,49	1,65
		75	0,49	341,0	162,7	11,79	2,91	177,4	30,6	208,1	3,70	1,56	0,20	2,73	4,49	0,53	5,02	1,81
140		85	0,53	332,1	161,1	11,19	2,97	175,2	29,3	204,5	5,08	1,46	0,15	2,76	4,37	0,36	4,73	1,96
		95	0,57	324,4	159,6	10,67	3,02	173,3	28,2	201,5	6,75	1,38	0,12	2,79	4,29	0,25	4,54	2,10
		35	0,28	409,4	178,5	16,52	2,51	197,5	40,7	238,2	0,63	2,13	1,01	2,46	5,61	4,94	10,55	1,23
		45	0,32	388,2	174,8	14,86	2,62	192,3	37,2	229,5	1,20	1,87	0,57	2,52	4,97	2,21	7,18	1,44
		55	0,36	372,1	172,0	13,65	2,70	188,3	34,7	223,0	1,99	1,69	0,36	2,57	4,62	1,16	5,79	1,63
		65	0,40	359,2	169,6	12,72	2,77	185,1	32,7	217,8	3,05	1,55	0,25	2,61	4,41	0,68	5,09	1,82
		75	0,43	348,5	167,6	11,98	2,83	182,4	31,1	213,6	4,39	1,44	0,18	2,65	4,26	0,43	4,70	1,99
		85	0,46	339,4	165,9	11,36	2,88	180,2	29,8	209,9	6,04	1,35	0,13	2,68	4,16	0,29	4,45	2,15
		95	0,50	331,5	164,4	10,84	2,93	178,2	28,6	206,8	8,01	1,27	0,10	2,70	4,08	0,20	4,28	2,31



A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
160		35	0,25	413,0	181,5	16,72	2,45	200,6	40,9	241,6	0,75	1,98	0,93	2,39	5,30	4,05	9,35	1,34
		45	0,29	391,7	177,8	15,04	2,55	195,4	37,5	232,8	1,43	1,74	0,53	2,45	4,71	1,82	6,53	1,57
		55	0,32	375,4	174,8	13,82	2,63	191,3	34,9	226,2	2,38	1,57	0,33	2,50	4,40	0,96	5,36	1,78
		65	0,35	362,4	172,5	12,88	2,70	188,0	32,9	221,0	3,64	1,44	0,23	2,54	4,21	0,56	4,77	1,98
		75	0,39	351,6	170,4	12,13	2,76	185,3	31,3	216,7	5,24	1,34	0,16	2,57	4,07	0,35	4,43	2,17
		85	0,41	342,4	168,7	11,50	2,82	183,0	30,0	213,0	7,20	1,25	0,12	2,60	3,98	0,24	4,22	2,35
		95	0,44	334,5	167,2	10,98	2,86	181,0	28,8	209,8	9,56	1,18	0,10	2,63	3,91	0,17	4,08	2,52
180		35	0,22	413,1	182,9	16,89	2,39	202,2	41,0	243,1	0,90	1,85	0,86	2,33	5,04	3,35	8,39	1,46
		45	0,26	391,7	179,1	15,19	2,49	196,8	37,5	234,3	1,71	1,62	0,49	2,39	4,50	1,50	6,00	1,71
		55	0,29	375,5	176,2	13,96	2,58	192,7	34,9	227,7	2,84	1,46	0,31	2,44	4,21	0,79	5,00	1,94
		65	0,32	362,5	173,8	13,01	2,65	189,5	33,0	222,4	4,35	1,34	0,21	2,48	4,03	0,46	4,50	2,15
		75	0,35	351,7	171,8	12,25	2,71	186,7	31,3	218,1	6,26	1,25	0,15	2,51	3,91	0,29	4,21	2,35
		85	0,38	342,5	170,0	11,62	2,76	184,4	30,0	214,4	8,61	1,17	0,11	2,54	3,83	0,20	4,02	2,55
		95	0,40	334,6	168,5	11,09	2,81	182,3	28,8	211,2	11,42	1,10	0,09	2,57	3,76	0,14	3,90	2,73
200		35	0,21	410,6	183,1	17,03	2,35	202,5	40,8	243,3	1,07	1,73	0,80	2,28	4,81	2,79	7,61	1,57
		45	0,24	389,4	179,4	15,32	2,45	197,1	37,4	234,5	2,03	1,52	0,45	2,34	4,31	1,25	5,56	1,84
		55	0,27	373,3	176,4	14,07	2,53	193,0	34,8	227,9	3,39	1,37	0,29	2,39	4,05	0,66	4,70	2,09
		65	0,30	360,3	174,0	13,12	2,60	189,7	32,8	222,6	5,19	1,26	0,20	2,43	3,88	0,39	4,27	2,33
		75	0,32	349,6	172,0	12,35	2,66	187,0	31,2	218,2	7,46	1,17	0,14	2,46	3,77	0,24	4,02	2,54
		85	0,35	340,5	170,2	11,71	2,71	184,7	29,9	214,5	10,27	1,10	0,11	2,49	3,69	0,16	3,86	2,75
		95	0,37	332,6	168,7	11,18	2,76	182,6	28,7	211,4	13,63	1,03	0,08	2,52	3,64	0,11	3,75	2,95
10	5	35	4,33	54,25	22,51	8,59	4,14	35,25	8,7	43,92	4,44	2,64	2,72	4,24	9,61	4,70	14,31	0,85
		45	5,01	51,45	22,05	7,73	4,24	34,02	7,9	41,96	8,42	2,32	1,54	4,29	8,14	2,11	10,25	1,00
		55	5,63	49,32	21,69	7,10	4,32	33,11	7,4	40,51	14,04	2,09	0,97	4,32	7,38	1,11	8,49	1,13
		65	6,21	47,61	21,40	6,62	4,38	32,40	7,0	39,38	21,47	1,92	0,67	4,34	6,93	0,65	7,57	1,26
		75	6,75	46,19	21,15	6,23	4,44	31,82	6,6	38,45	30,91	1,78	0,48	4,36	6,62	0,41	7,03	1,38
		85	7,26	44,98	20,93	5,91	4,49	31,33	6,3	37,68	42,50	1,67	0,36	4,38	6,41	0,28	6,69	1,49

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
20		95	7,75	43,94	20,74	5,64	4,53	30,91	6,1	37,01	56,41	1,58	0,28	4,39	6,25	0,19	6,44	1,60
		35	1,80	132,0	53,06	10,16	3,50	66,71	15,8	82,55	1,01	2,71	1,96	3,54	8,21	9,15	17,36	0,76
		45	2,09	125,2	51,97	9,14	3,60	64,71	14,5	79,21	1,92	2,38	1,11	3,59	7,08	4,09	11,17	0,89
		55	2,35	120,0	51,12	8,39	3,68	63,20	13,5	76,71	3,20	2,14	0,70	3,63	6,48	2,16	8,63	1,01
		65	2,59	115,8	50,43	7,82	3,75	62,00	12,7	74,74	4,90	1,97	0,48	3,66	6,11	1,26	7,37	1,13
		75	2,81	112,4	49,84	7,37	3,81	61,01	12,1	73,13	7,05	1,83	0,35	3,69	5,86	0,80	6,66	1,23
		85	3,03	109,4	49,33	6,99	3,86	60,17	11,6	71,77	9,69	1,71	0,26	3,71	5,69	0,54	6,22	1,33
		95	3,23	106,9	48,88	6,67	3,91	59,45	11,1	70,60	12,86	1,62	0,20	3,73	5,55	0,38	5,93	1,43
40		35	0,82	250,6	99,71	11,65	2,95	114,3	24,5	138,8	0,47	2,46	1,37	2,95	6,77	10,81	17,59	0,81
		45	0,95	237,6	97,67	10,47	3,06	111,2	22,4	133,6	0,89	2,16	0,77	3,00	5,94	4,84	10,78	0,94
		55	1,07	227,8	96,07	9,62	3,14	108,8	20,9	129,7	1,48	1,95	0,49	3,05	5,49	2,55	8,03	1,07
		65	1,18	219,9	94,76	8,97	3,21	106,9	19,7	126,6	2,26	1,79	0,33	3,09	5,21	1,49	6,70	1,19
		75	1,28	213,3	93,65	8,44	3,26	105,4	18,7	124,1	3,25	1,66	0,24	3,12	5,02	0,95	5,96	1,30
		85	1,38	207,8	92,69	8,01	3,32	104,0	17,9	121,9	4,47	1,56	0,18	3,14	4,88	0,63	5,51	1,41
		95	1,47	203,0	91,85	7,64	3,36	102,9	17,2	120,1	5,93	1,47	0,14	3,17	4,77	0,44	5,22	1,51
60		35	0,54	325,1	129,8	12,44	2,68	145,0	29,2	174,2	0,41	2,20	1,09	2,66	5,94	9,47	15,41	0,90
		45	0,62	308,3	127,2	11,19	2,78	141,2	26,7	167,9	0,78	1,93	0,61	2,71	5,26	4,24	9,50	1,05
		55	0,70	295,5	125,1	10,28	2,86	138,2	24,9	163,2	1,30	1,74	0,39	2,76	4,89	2,23	7,12	1,19
		65	0,77	285,3	123,4	9,58	2,93	135,9	23,5	159,4	1,99	1,60	0,27	2,80	4,66	1,31	5,97	1,33
		75	0,84	276,8	121,9	9,02	2,99	134,0	22,3	156,3	2,86	1,48	0,19	2,83	4,50	0,83	5,33	1,45
		85	0,90	269,6	120,7	8,56	3,04	132,3	21,4	153,7	3,94	1,39	0,14	2,86	4,39	0,55	4,94	1,57
		95	0,96	263,3	119,6	8,17	3,08	130,8	20,6	151,4	5,23	1,31	0,11	2,88	4,30	0,39	4,69	1,69
80		35	0,41	371,5	149,4	12,95	2,51	164,9	32,0	196,9	0,44	1,98	0,92	2,47	5,37	7,78	13,15	1,01
		45	0,47	352,3	146,3	11,65	2,61	160,6	29,3	189,9	0,83	1,74	0,52	2,53	4,79	3,48	8,27	1,18
		55	0,53	337,7	143,9	10,71	2,69	157,3	27,3	184,6	1,38	1,57	0,33	2,58	4,47	1,83	6,30	1,34
		65	0,58	326,0	142,0	9,98	2,76	154,7	25,7	180,5	2,10	1,44	0,22	2,61	4,28	1,07	5,35	1,48
		75	0,63	316,3	140,3	9,39	2,81	152,5	24,5	177,0	3,03	1,34	0,16	2,65	4,14	0,68	4,82	1,63

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		85	0,68	308,0	138,9	8,91	2,86	150,7	23,4	174,1	4,17	1,25	0,12	2,67	4,05	0,46	4,50	1,76
		95	0,73	300,9	137,6	8,50	2,91	149,0	22,5	171,6	5,53	1,18	0,09	2,70	3,97	0,32	4,29	1,89
100		35	0,33	400,0	162,2	13,32	2,39	177,9	33,7	211,5	0,49	1,80	0,80	2,34	4,94	6,29	11,23	1,12
		45	0,38	379,3	158,8	11,98	2,49	173,3	30,8	204,1	0,94	1,58	0,45	2,40	4,43	2,82	7,25	1,31
		55	0,43	363,6	156,2	11,01	2,57	169,8	28,7	198,5	1,56	1,42	0,29	2,45	4,16	1,48	5,64	1,49
		65	0,47	351,0	154,1	10,26	2,63	167,0	27,1	194,1	2,39	1,31	0,20	2,48	3,99	0,87	4,86	1,65
		75	0,51	340,6	152,3	9,66	2,69	164,7	25,8	190,4	3,44	1,21	0,14	2,52	3,87	0,55	4,42	1,81
		85	0,55	331,7	150,7	9,16	2,74	162,6	24,6	187,3	4,73	1,14	0,11	2,54	3,79	0,37	4,16	1,96
		95	0,59	324,0	149,4	8,74	2,78	160,9	23,7	184,6	6,28	1,07	0,08	2,57	3,72	0,26	3,98	2,10
		35	0,28	416,9	170,4	13,59	2,30	186,3	34,6	220,9	0,58	1,65	0,71	2,25	4,61	5,09	9,70	1,24
120		45	0,32	395,4	166,9	12,23	2,40	181,5	31,7	213,3	1,10	1,45	0,40	2,30	4,15	2,28	6,43	1,45
		55	0,36	379,0	164,2	11,24	2,47	177,9	29,6	207,4	1,83	1,31	0,26	2,35	3,91	1,20	5,11	1,64
		65	0,40	365,8	161,9	10,47	2,54	174,9	27,9	202,8	2,80	1,20	0,17	2,38	3,76	0,70	4,46	1,83
		75	0,44	355,0	160,0	9,86	2,59	172,5	26,5	199,0	4,03	1,11	0,13	2,42	3,65	0,45	4,10	2,00
		85	0,47	345,7	158,4	9,35	2,64	170,4	25,4	195,8	5,54	1,04	0,09	2,44	3,58	0,30	3,88	2,16
		95	0,50	337,7	157,0	8,92	2,69	168,6	24,4	193,0	7,36	0,98	0,07	2,47	3,53	0,21	3,74	2,32
		35	0,25	426,1	175,5	13,81	2,23	191,6	35,2	226,7	0,69	1,52	0,65	2,17	4,34	4,14	8,48	1,36
140		45	0,28	404,0	171,9	12,42	2,32	186,7	32,2	218,9	1,30	1,34	0,37	2,22	3,93	1,86	5,78	1,59
		55	0,32	387,3	169,1	11,41	2,40	182,9	30,0	212,9	2,17	1,20	0,23	2,27	3,71	0,98	4,68	1,80
		65	0,35	373,9	166,8	10,64	2,46	179,9	28,3	208,2	3,33	1,11	0,16	2,31	3,57	0,57	4,14	2,00
		75	0,38	362,7	164,9	10,01	2,52	177,4	26,9	204,3	4,79	1,03	0,11	2,34	3,48	0,36	3,84	2,19
		85	0,41	353,3	163,2	9,50	2,57	175,2	25,8	201,0	6,58	0,96	0,09	2,37	3,41	0,24	3,66	2,37
		95	0,44	345,1	161,7	9,06	2,61	173,4	24,8	198,1	8,74	0,91	0,07	2,39	3,36	0,17	3,53	2,55
160		35	0,22	429,9	178,5	13,98	2,17	194,6	35,4	230,0	0,82	1,41	0,59	2,10	4,11	3,40	7,51	1,48
		45	0,25	407,6	174,8	12,57	2,26	189,7	32,4	222,1	1,56	1,24	0,33	2,16	3,74	1,52	5,26	1,73
		55	0,29	390,7	172,0	11,55	2,34	185,9	30,2	216,1	2,59	1,12	0,21	2,20	3,54	0,80	4,34	1,97
		65	0,31	377,2	169,6	10,77	2,40	182,8	28,5	211,3	3,97	1,03	0,14	2,24	3,41	0,47	3,88	2,19

A, лет	Zon	IC	N	Запас M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га						Годичная первичная продукция, т/га							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
		75	0,34	366,0	167,6	10,14	2,46	180,2	27,1	207,3	5,71	0,95	0,10	2,27	3,33	0,30	3,63	2,39
		85	0,37	356,4	165,9	9,62	2,50	178,0	25,9	204,0	7,86	0,89	0,08	2,30	3,27	0,20	3,47	2,59
		95	0,39	348,1	164,4	9,18	2,55	176,1	24,9	201,1	10,43	0,84	0,06	2,33	3,23	0,14	3,37	2,78
180		35	0,20	429,9	179,9	14,12	2,12	196,1	35,4	231,5	0,98	1,32	0,55	2,05	3,92	2,81	6,73	1,61
		45	0,23	407,7	176,2	12,70	2,21	191,1	32,4	223,5	1,86	1,16	0,31	2,11	3,57	1,26	4,83	1,88
		55	0,26	390,8	173,3	11,67	2,29	187,3	30,2	217,5	3,10	1,04	0,20	2,15	3,39	0,66	4,05	2,14
		65	0,29	377,3	170,9	10,88	2,35	184,2	28,5	212,7	4,74	0,96	0,13	2,19	3,28	0,39	3,67	2,37
		75	0,31	366,0	168,9	10,24	2,40	181,6	27,1	208,7	6,82	0,89	0,10	2,22	3,21	0,25	3,45	2,60
		85	0,33	356,5	167,2	9,71	2,45	179,4	25,9	205,3	9,38	0,83	0,07	2,25	3,15	0,16	3,32	2,81
200		95	0,36	348,2	165,7	9,27	2,49	177,4	24,9	202,4	12,46	0,79	0,06	2,27	3,11	0,12	3,23	3,02
		35	0,18	427,4	180,1	14,23	2,08	196,4	35,3	231,7	1,17	1,23	0,51	2,01	3,75	2,34	6,09	1,74
		45	0,21	405,3	176,4	12,80	2,17	191,4	32,3	223,7	2,22	1,08	0,29	2,06	3,43	1,05	4,48	2,04
		55	0,24	388,5	173,5	11,76	2,24	187,5	30,1	217,7	3,70	0,98	0,18	2,11	3,27	0,55	3,82	2,31
		65	0,26	375,0	171,2	10,96	2,31	184,4	28,4	212,8	5,65	0,90	0,13	2,14	3,16	0,32	3,49	2,57
		75	0,29	363,9	169,2	10,32	2,36	181,8	27,0	208,9	8,14	0,83	0,09	2,17	3,10	0,20	3,30	2,81
		85	0,31	354,4	167,4	9,79	2,41	179,6	25,8	205,5	11,19	0,78	0,07	2,20	3,05	0,14	3,19	3,04
		95	0,33	346,2	165,9	9,34	2,45	177,7	24,9	202,6	14,86	0,74	0,05	2,22	3,01	0,10	3,11	3,26

Возрастная динамика фитомассы и ЧПП елово-пихтарников по зональным поясам с учетом степени континентальности климата Евразии (обозначения в тексте)

A, лет	N, тыс. дер./га	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га					ЧПП, т/га					ICKh
			P <sub>S</sub>	P <sub>B</sub>	P <sub>F</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>U</sub>	Z <sub>S</sub>	Z <sub>B</sub>	Z <sub>F</sub>	Z <sub>R</sub>	Z <sub>U</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зональный пояс 1													
10	12,16	8,82	4,03	1,73	3,41	3,19	1,68	0,239	3,46	0,703	3,75	0,505	50
	12,99	6,11	2,59	1,01	1,83	1,84	3,15	0,214	0,854	0,550	1,73	0,716	60
	13,74	4,47	1,78	0,63	1,08	1,16	5,38	0,195	0,259	0,443	0,899	0,962	70
	14,42	3,42	1,29	0,41	0,67	0,77	8,55	0,180	0,091	0,366	0,510	1,24	80
	15,05	2,69	0,97	0,28	0,44	0,54	12,86	0,167	0,036	0,308	0,310	1,56	90
	15,64	2,18	0,75	0,20	0,30	0,39	18,52	0,157	0,016	0,262	0,198	1,90	100
20	5,29	41,74	20,50	6,15	7,85	11,67	0,92	0,576	6,48	1,09	6,29	0,287	50
	5,65	28,89	13,17	3,83	4,45	6,73	1,73	0,516	1,70	0,891	2,91	0,407	60
	5,98	21,17	9,06	2,53	2,73	4,23	2,96	0,470	0,543	0,744	1,51	0,547	70
	6,28	16,17	6,55	1,75	1,77	2,83	4,70	0,433	0,200	0,633	0,858	0,706	80
	6,55	12,75	4,92	1,26	1,21	1,98	7,06	0,403	0,083	0,546	0,520	0,885	90
	6,81	10,31	3,81	0,93	0,85	1,44	10,2	0,378	0,037	0,477	0,333	1,08	100
40	2,55	120,7	62,15	12,30	11,63	29,04	0,73	0,850	7,17	1,19	7,77	0,219	50
	2,72	83,58	39,92	8,01	6,84	16,75	1,37	0,761	1,96	0,999	3,58	0,310	60
	2,88	61,24	27,46	5,51	4,32	10,52	2,33	0,693	0,649	0,855	1,86	0,417	70
	3,02	46,77	19,86	3,94	2,88	7,03	3,70	0,639	0,247	0,743	1,06	0,538	80
	3,15	36,88	14,92	2,92	2,01	4,93	5,57	0,595	0,105	0,653	0,642	0,674	90
	3,27	29,82	11,55	2,22	1,45	3,58	8,03	0,558	0,048	0,580	0,411	0,825	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
60	1,74	178,9	93,51	15,26	12,69	41,42	0,75	0,851	6,39	1,12	7,61	0,214	50
	1,86	123,8	60,07	10,12	7,55	23,89	1,41	0,761	1,78	0,947	3,51	0,303	60
	1,96	90,72	41,32	7,06	4,83	15,00	2,40	0,693	0,596	0,817	1,83	0,407	70
	2,06	69,30	29,88	5,12	3,25	10,02	3,81	0,639	0,230	0,716	1,04	0,526	80
	2,15	54,64	22,45	3,83	2,29	7,03	5,73	0,595	0,098	0,634	0,629	0,659	90
	2,24	44,17	17,39	2,94	1,66	5,11	8,26	0,558	0,046	0,567	0,403	0,806	100
80	1,35	213,5	112,2	16,65	12,83	49,19	0,82	0,769	5,55	1,02	7,04	0,224	50
	1,45	147,8	72,09	11,13	7,69	28,37	1,55	0,688	1,56	0,87	3,25	0,317	60
	1,53	108,3	49,59	7,81	4,94	17,82	2,64	0,626	0,525	0,756	1,690	0,426	70
	1,61	82,69	35,86	5,70	3,34	11,91	4,19	0,577	0,203	0,665	0,959	0,550	80
	1,68	65,20	26,94	4,29	2,36	8,34	6,31	0,537	0,087	0,591	0,582	0,689	90
	1,74	52,71	20,86	3,31	1,72	6,07	9,09	0,504	0,041	0,530	0,372	0,843	100
100	1,13	230,9	121,6	17,23	12,62	53,70	0,92	0,670	4,82	0,938	6,39	0,240	50
	1,21	159,9	78,09	11,56	7,58	30,97	1,74	0,600	1,36	0,801	2,95	0,340	60
	1,28	117,1	53,71	8,14	4,88	19,45	2,97	0,546	0,459	0,696	1,53	0,457	70
	1,34	89,46	38,84	5,96	3,31	13,00	4,71	0,504	0,178	0,613	0,870	0,590	80
	1,40	70,54	29,18	4,49	2,34	9,11	7,09	0,469	0,077	0,545	0,528	0,739	90
	1,45	57,03	22,60	3,47	1,71	6,63	10,21	0,440	0,036	0,489	0,338	0,904	100
120	0,98	237,1	124,7	17,36	12,26	56,01	1,05	0,577	4,22	0,862	5,76	0,260	50
	1,05	164,1	80,10	11,66	7,37	32,31	1,97	0,517	1,19	0,737	2,66	0,368	60
	1,11	120,26	55,10	8,22	4,76	20,29	3,36	0,470	0,403	0,641	1,38	0,494	70
	1,16	91,86	39,85	6,02	3,23	13,56	5,33	0,434	0,156	0,565	0,785	0,638	80
	1,21	72,43	29,94	4,55	2,28	9,50	8,02	0,404	0,067	0,503	0,476	0,800	90
	1,26	58,56	23,18	3,51	1,67	6,91	11,55	0,379	0,032	0,452	0,305	0,978	100
140	0,88	236,1	123,9	17,23	11,83	56,85	1,18	0,495	3,72	0,796	5,19	0,282	50
	0,94	163,4	79,59	11,57	7,12	32,79	2,23	0,443	1,05	0,681	2,40	0,400	60

				169										
	0,99	119,7	54,74	8,16	4,59	20,59	3,80	0,404	0,355	0,592	1,25	0,537	70	
	1,04	91,47	39,59	5,98	3,12	13,76	6,03	0,372	0,138	0,522	0,707	0,693	80	
	1,08	72,12	29,75	4,51	2,21	9,64	9,07	0,346	0,059	0,465	0,429	0,869	90	
	1,13	58,31	23,03	3,49	1,61	7,02	13,07	0,325	0,028	0,417	0,275	1,063	100	
160	0,80	230,7	120,7	16,94	11,39	56,71	1,34	0,425	3,31	0,739	4,69	0,307	50	
	0,85	159,7	77,52	11,37	6,85	32,71	2,51	0,381	0,931	0,631	2,16	0,435	60	
	0,90	116,98	53,32	8,01	4,42	20,54	4,29	0,347	0,315	0,549	1,12	0,584	70	
	0,94	89,35	38,56	5,87	3,00	13,73	6,81	0,320	0,122	0,483	0,638	0,754	80	
	0,99	70,45	28,97	4,43	2,12	9,62	10,25	0,298	0,053	0,430	0,387	0,944	90	
	1,02	56,96	22,44	3,42	1,55	7,00	14,76	0,279	0,025	0,387	0,248	1,155	100	
180	0,74	222,6	116,0	16,55	10,95	55,92	1,50	0,366	2,96	0,688	4,24	0,333	50	
	0,79	154,1	74,54	11,09	6,58	32,25	2,83	0,328	0,832	0,588	1,96	0,472	60	
	0,83	112,9	51,28	7,81	4,24	20,25	4,83	0,299	0,281	0,511	1,02	0,634	70	
	0,87	86,22	37,08	5,71	2,88	13,54	7,67	0,275	0,109	0,449	0,578	0,819	80	
	0,91	67,98	27,86	4,31	2,03	9,49	11,53	0,256	0,047	0,400	0,351	1,026	90	
	0,95	54,96	21,57	3,32	1,48	6,90	16,62	0,240	0,022	0,359	0,224	1,255	100	
200	0,69	213,0	110,6	16,11	10,52	54,70	1,69	0,317	2,66	0,643	3,85	0,361	50	
	0,73	147,4	71,07	10,78	6,31	31,55	3,17	0,284	0,747	0,549	1,78	0,512	60	
	0,77	108,0	48,89	7,58	4,06	19,81	5,42	0,258	0,252	0,476	0,924	0,688	70	
	0,81	82,50	35,35	5,54	2,75	13,24	8,60	0,238	0,098	0,419	0,524	0,888	80	
	0,85	65,05	26,56	4,17	1,94	9,28	12,94	0,222	0,042	0,373	0,318	1,112	90	
	0,88	52,59	20,57	3,21	1,42	6,75	18,64	0,208	0,020	0,334	0,204	1,361	100	
Зональный пояс 2														
10	8,22	27,78	12,26	8,18	14,74	9,67	0,56	0,970	21,82	2,80	5,44	0,368	50	
	8,78	19,23	7,87	4,99	8,24	5,58	1,06	0,868	5,63	2,26	2,51	0,522	60	
	9,28	14,09	5,42	3,25	4,99	3,50	1,80	0,790	1,77	1,87	1,31	0,701	70	
	9,74	10,76	3,92	2,22	3,21	2,34	2,86	0,729	0,65	1,58	0,74	0,905	80	

	10,17	8,49	2,94	1,58	2,17	1,64	4,31	0,678	0,26	1,35	0,45	1,13	90
	10,56	6,86	2,28	1,15	1,52	1,19	6,20	0,636	0,117	1,17	0,29	1,39	100
20	3,58	131,5	62,39	23,44	28,74	35,36	0,31	2,34	33,55	3,81	9,14	0,209	50
	3,82	91,01	40,08	15,31	16,92	20,39	0,58	2,09	9,21	3,20	4,22	0,297	60
	4,04	66,68	27,57	10,55	10,71	12,81	0,99	1,90	3,05	2,74	2,19	0,398	70
	4,24	50,93	19,94	7,57	7,16	8,56	1,57	1,76	1,16	2,38	1,25	0,515	80
	4,43	40,16	14,98	5,61	4,99	6,00	2,37	1,63	0,49	2,10	0,756	0,645	90
	4,60	32,47	11,60	4,27	3,60	4,36	3,41	1,53	0,23	1,87	0,483	0,789	100
40	1,72	380,3	189,1	40,35	37,95	87,96	0,24	3,45	32,36	3,78	11,28	0,159	50
	1,84	263,3	121,5	27,61	23,15	50,74	0,46	3,09	9,27	3,27	5,21	0,226	60
	1,94	192,89	83,58	19,79	15,10	31,86	0,78	2,81	3,18	2,87	2,71	0,304	70
	2,04	147,3	60,44	14,70	10,36	21,29	1,24	2,59	1,25	2,55	1,54	0,392	80
	2,13	116,2	45,41	11,22	7,39	14,92	1,87	2,41	0,55	2,29	0,93	0,491	90
	2,21	93,92	35,16	8,77	5,44	10,86	2,69	2,26	0,26	2,07	0,60	0,601	100
60	1,17	563,5	284,6	47,33	39,58	125,4	0,25	3,45	27,41	3,42	11,06	0,156	50
	1,26	390,0	182,8	32,95	24,47	72,35	0,47	3,09	7,98	2,99	5,10	0,221	60
	1,33	285,8	125,8	23,97	16,15	45,43	0,80	2,81	2,78	2,65	2,65	0,297	70
	1,39	218,3	90,94	18,03	11,19	30,36	1,28	2,59	1,11	2,37	1,51	0,383	80
	1,45	172,1	68,33	13,93	8,05	21,28	1,92	2,41	0,49	2,14	0,91	0,480	90
	1,51	139,1	52,91	10,99	5,97	15,48	2,77	2,26	0,23	1,95	0,58	0,588	100
80	0,92	672,4	341,5	50,29	39,19	149,0	0,28	3,12	23,22	3,08	10,22	0,163	50
	0,98	465,4	219,4	35,30	24,38	85,93	0,52	2,79	6,81	2,71	4,72	0,231	60
	1,03	341,0	150,9	25,85	16,17	53,96	0,88	2,54	2,39	2,41	2,45	0,310	70
	1,09	260,5	109,1	19,55	11,25	36,06	1,40	2,34	0,95	2,16	1,39	0,401	80
	1,13	205,4	82,00	15,18	8,13	25,27	2,11	2,18	0,42	1,96	0,85	0,502	90
	1,18	166,0	63,49	12,04	6,05	18,39	3,04	2,04	0,20	1,79	0,54	0,614	100
100	0,76	727,4	369,9	51,38	38,14	162,7	0,31	2,72	19,95	2,80	9,27	0,175	50



	0,82	503,5	237,7	36,20	23,80	93,81	0,58	2,43	5,87	2,47	4,28	0,248	60
	0,86	368,9	163,5	26,59	15,82	58,91	0,99	2,22	2,06	2,20	2,23	0,333	70
	0,90	281,8	118,2	20,17	11,04	39,37	1,58	2,04	0,83	1,98	1,264	0,430	80
	0,94	222,2	88,82	15,70	7,99	27,59	2,37	1,90	0,37	1,79	0,767	0,538	90
	0,98	179,6	68,78	12,48	5,96	20,07	3,42	1,78	0,18	1,64	0,491	0,658	100
120	0,66	746,9	379,5	51,50	36,88	169,7	0,35	2,34	17,37	2,57	8,36	0,189	50
	0,71	517,0	243,8	36,33	23,04	97,85	0,66	2,10	5,12	2,26	3,86	0,268	60
	0,75	378,8	167,7	26,72	15,33	61,45	1,12	1,91	1,80	2,02	2,01	0,360	70
	0,79	289,3	121,3	20,29	10,70	41,06	1,79	1,76	0,72	1,82	1,14	0,465	80
	0,82	228,1	91,11	15,81	7,75	28,78	2,69	1,64	0,32	1,65	0,692	0,583	90
	0,85	184,4	70,55	12,57	5,79	20,94	3,87	1,54	0,15	1,51	0,442	0,713	100
140	0,59	743,7	377,0	51,06	35,57	172,19	0,40	2,01	15,31	2,37	7,54	0,205	50
	0,63	514,8	242,2	36,02	22,22	99,32	0,75	1,80	4,51	2,09	3,48	0,291	60
	0,67	377,2	166,61	26,49	14,79	62,37	1,27	1,64	1,59	1,86	1,81	0,391	70
	0,70	288,1	120,49	20,12	10,33	41,68	2,02	1,51	0,64	1,68	1,03	0,505	80
	0,73	227,2	90,53	15,67	7,48	29,21	3,04	1,41	0,28	1,52	0,62	0,633	90
	0,76	183,7	70,10	12,47	5,58	21,25	4,38	1,32	0,14	1,39	0,40	0,774	100
160	0,54	726,6	367,3	50,29	34,27	171,8	0,45	1,73	13,63	2,20	6,80	0,223	50
	0,57	502,9	235,9	35,45	21,40	99,07	0,84	1,54	4,01	1,94	3,14	0,317	60
	0,61	368,5	162,3	26,06	14,24	62,21	1,44	1,41	1,41	1,73	1,63	0,425	70
	0,64	281,5	117,36	19,78	9,94	41,58	2,28	1,30	0,57	1,55	0,93	0,549	80
	0,67	221,9	88,18	15,40	7,20	29,14	3,43	1,21	0,25	1,41	0,56	0,688	90
	0,69	179,4	68,28	12,24	5,37	21,20	4,94	1,13	0,12	1,29	0,36	0,842	100
180	0,50	701,0	353,2	49,33	33,02	169,4	0,50	1,49	12,23	2,05	6,16	0,243	50
	0,53	485,3	226,9	34,73	20,60	97,69	0,95	1,33	3,60	1,81	2,84	0,344	60
	0,56	355,5	156,1	25,50	13,70	61,34	1,62	1,21	1,26	1,61	1,48	0,462	70
	0,59	271,6	112,9	19,33	9,55	41,00	2,57	1,12	0,51	1,45	0,839	0,596	80

	0,61	214,1	84,79	15,04	6,91	28,73	3,86	1,04	0,22	1,31	0,509	0,747	90
	0,64	173,1	65,66	11,95	5,16	20,90	5,57	0,975	0,11	1,20	0,326	0,914	100
200	0,46	670,8	336,7	48,25	31,82	165,7	0,57	1,29	11,05	1,92	5,59	0,263	50
	0,49	464,4	216,3	33,91	19,83	95,56	1,06	1,15	3,24	1,69	2,58	0,373	60
	0,52	340,2	148,8	24,86	13,17	60,01	1,81	1,05	1,14	1,51	1,34	0,501	70
	0,55	259,9	107,6	18,83	9,18	40,10	2,88	0,966	0,46	1,35	0,761	0,647	80
	0,57	204,9	80,84	14,63	6,64	28,11	4,33	0,899	0,20	1,23	0,462	0,810	90
	0,60	165,7	62,60	11,61	4,95	20,45	6,24	0,843	0,10	1,12	0,296	0,992	100
Зональный пояс 3													
10	6,53	45,32	18,95	11,09	19,48	13,00	0,73	1,62	28,69	3,95	5,76	0,597	50
	6,98	31,37	12,17	6,91	11,07	7,50	1,37	1,45	7,55	3,23	2,66	0,846	60
	7,38	22,98	8,37	4,58	6,80	4,71	2,34	1,32	2,41	2,70	1,38	1,14	70
	7,74	17,56	6,05	3,18	4,43	3,15	3,72	1,21	0,89	2,30	0,785	1,47	80
	8,08	13,84	4,55	2,29	3,02	2,20	5,59	1,13	0,37	1,99	0,476	1,84	90
	8,40	11,19	3,52	1,69	2,13	1,60	8,05	1,06	0,17	1,74	0,305	2,25	100
20	2,84	214,5	96,45	28,95	35,31	47,50	0,40	3,89	40,50	5,07	9,683	0,339	50
	3,04	148,5	61,96	19,32	21,13	27,40	0,75	3,48	11,33	4,31	4,47	0,481	60
	3,21	108,8	42,62	13,55	13,56	17,21	1,29	3,17	3,82	3,73	2,32	0,646	70
	3,37	83,08	30,82	9,88	9,17	11,50	2,04	2,92	1,48	3,28	1,32	0,834	80
	3,52	65,51	23,16	7,42	6,46	8,06	3,07	2,72	0,63	2,91	0,801	1,05	90
	3,66	52,96	17,93	5,72	4,70	5,86	4,43	2,55	0,30	2,61	0,512	1,28	100
40	1,37	620,4	292,4	46,70	44,30	118,2	0,32	5,74	36,79	4,83	11,95	0,259	50
	1,46	429,4	187,85	32,63	27,46	68,17	0,59	5,14	10,75	4,23	5,51	0,366	60
	1,55	314,6	129,22	23,81	18,16	42,81	1,01	4,68	3,75	3,75	2,87	0,492	70
	1,62	240,3	93,45	17,96	12,61	28,61	1,61	4,31	1,50	3,36	1,63	0,636	80
	1,69	189,5	70,21	13,90	9,09	20,05	2,42	4,02	0,66	3,04	0,988	0,796	90
	1,76	153,2	54,37	11,00	6,75	14,59	3,49	3,77	0,32	2,77	0,632	0,974	100

60	0,93	919,1	440,0	53,42	45,29	168,5	0,33	5,75	30,46	4,30	11,71	0,253	50
	1,00	636,2	282,7	37,99	28,46	97,21	0,61	5,14	9,04	3,80	5,41	0,358	60
	1,06	466,1	194,4	28,13	19,03	61,04	1,04	4,68	3,20	3,41	2,81	0,481	70
	1,11	356,0	140,6	21,49	13,34	40,79	1,66	4,32	1,29	3,08	1,60	0,621	80
	1,16	280,7	105,6	16,83	9,70	28,59	2,49	4,02	0,58	2,80	0,968	0,778	90
	1,20	227,0	81,8	13,45	7,27	20,80	3,59	3,77	0,28	2,57	0,619	0,952	100
80	0,73	1096,8	528,0	56,10	44,41	200,2	0,36	5,19	25,53	3,84	10,83	0,264	50
	0,78	759,2	339,2	40,21	28,08	115,5	0,67	4,65	7,63	3,42	5,00	0,375	60
	0,82	556,2	233,3	29,98	18,88	72,50	1,15	4,23	2,72	3,07	2,60	0,503	70
	0,86	424,9	168,7	23,03	13,30	48,45	1,82	3,90	1,10	2,79	1,48	0,650	80
	0,90	335,0	126,8	18,13	9,71	33,96	2,74	3,63	0,49	2,55	0,895	0,814	90
	0,94	270,8	98,17	14,56	7,30	24,71	3,95	3,40	0,24	2,34	0,573	0,996	100
100	0,61	1186,5	572,0	56,98	43,02	218,5	0,40	4,53	21,82	3,48	9,82	0,283	50
	0,65	821,3	367,4	41,00	27,28	126,0	0,76	4,05	6,54	3,10	4,53	0,401	60
	0,69	601,8	252,7	30,66	18,39	79,15	1,29	3,69	2,34	2,79	2,36	0,539	70
	0,72	459,7	182,8	23,62	12,98	52,90	2,05	3,40	0,95	2,54	1,34	0,696	80
	0,75	362,4	137,3	18,64	9,49	37,07	3,08	3,17	0,43	2,32	0,812	0,872	90
	0,78	293,0	106,3	15,00	7,15	26,97	4,44	2,97	0,21	2,14	0,520	1,07	100
120	0,53	1218,3	586,7	56,96	41,50	227,9	0,45	3,90	18,96	3,18	8,86	0,307	50
	0,56	843,3	376,9	41,04	26,35	131,5	0,86	3,49	5,69	2,84	4,09	0,435	60
	0,60	617,9	259,3	30,73	17,78	82,56	1,46	3,18	2,04	2,56	2,13	0,584	70
	0,62	472,0	187,5	23,70	12,56	55,17	2,32	2,93	0,83	2,33	1,21	0,754	80
	0,65	372,1	140,9	18,72	9,19	38,67	3,49	2,73	0,37	2,13	0,733	0,944	90
	0,68	300,9	109,1	15,07	6,92	28,13	5,02	2,56	0,18	1,96	0,469	1,16	100
140	0,47	1213,1	582,9	56,44	39,99	231,4	0,51	3,35	16,70	2,93	7,98	0,333	50
	0,50	839,7	374,5	40,67	25,39	133,4	0,97	2,99	5,01	2,62	3,69	0,472	60
	0,53	615,3	257,6	30,45	17,14	83,80	1,65	2,73	1,79	2,36	1,92	0,634	70

				174									
	0,56	470,0	186,3	23,49	12,11	56,00	2,62	2,51	0,73	2,15	1,09	0,819	80
	0,58	370,6	140,0	18,55	8,86	39,25	3,95	2,34	0,33	1,97	0,660	1,03	90
	0,60	299,6	108,4	14,94	6,68	28,55	5,68	2,19	0,16	1,81	0,422	1,26	100
160	0,43	1185,1	567,8	55,63	38,54	230,8	0,58	2,87	14,87	2,72	7,21	0,362	50
	0,46	820,4	364,8	40,06	24,46	133,1	1,09	2,57	4,46	2,43	3,326	0,513	60
	0,48	601,1	250,9	29,97	16,50	83,59	1,87	2,34	1,60	2,19	1,73	0,689	70
	0,51	459,1	181,4	23,11	11,65	55,86	2,96	2,16	0,65	1,99	0,982	0,890	80
	0,53	362,0	136,3	18,24	8,53	39,15	4,46	2,01	0,29	1,82	0,596	1,12	90
	0,55	292,7	105,6	14,68	6,42	28,48	6,42	1,88	0,14	1,68	0,381	1,36	100
180	0,39	1143,5	546,0	54,65	37,17	227,56	0,65	2,48	13,36	2,54	6,52	0,393	50
	0,42	791,5	350,8	39,29	23,56	131,25	1,23	2,22	4,00	2,27	3,010	0,557	60
	0,45	580,0	241,3	29,37	15,88	82,42	2,10	2,02	1,43	2,04	1,57	0,749	70
	0,47	443,0	174,5	22,62	11,21	55,08	3,34	1,86	0,58	1,86	0,889	0,967	80
	0,49	349,3	131,1	17,84	8,20	38,60	5,02	1,73	0,26	1,70	0,539	1,21	90
	0,51	282,4	101,5	14,35	6,17	28,09	7,23	1,62	0,13	1,56	0,345	1,48	100
200	0,37	1094,2	520,6	53,55	35,86	222,6	0,73	2,14	12,09	2,39	5,920	0,426	50
	0,39	757,4	334,4	38,44	22,71	128,4	1,38	1,92	3,62	2,13	2,732	0,604	60
	0,42	555,0	230,0	28,69	15,29	80,63	2,36	1,74	1,29	1,91	1,421	0,812	70
	0,44	423,9	166,4	22,07	10,78	53,88	3,74	1,61	0,52	1,74	0,807	1,05	80
	0,46	334,2	125,0	17,38	7,88	37,76	5,63	1,50	0,24	1,59	0,490	1,31	90
	0,47	270,2	96,78	13,97	5,93	27,48	8,10	1,40	0,11	1,46	0,313	1,61	100
Зональный пояс 4													
10	5,55	59,11	23,44	10,68	18,56	13,68	1,31	2,0	24,69	4,14	5,59	1,13	50
	5,93	40,92	15,06	6,74	10,64	7,89	2,47	1,8	6,57	3,40	2,58	1,61	60
	6,27	29,98	10,36	4,51	6,58	4,96	4,22	1,6	2,12	2,86	1,34	2,16	70
	6,58	22,90	7,49	3,16	4,32	3,31	6,70	1,5	0,79	2,45	0,76	2,79	80
	6,87	18,06	5,63	2,29	2,96	2,32	10,07	1,4	0,33	2,13	0,46	3,49	90

	7,14	14,60	4,36	1,71	2,10	1,69	14,51	1,3	0,15	1,87	0,295	4,27	100
20	2,42	279,8	119,3	26,48	32,30	50,02	0,72	4,9	33,24	5,13	9,39	0,644	50
	2,58	193,6	76,65	17,87	19,49	28,85	1,36	4,4	9,40	4,40	4,33	0,914	60
	2,73	141,9	52,73	12,66	12,60	18,12	2,32	4,0	3,20	3,83	2,25	1,23	70
	2,86	108,4	38,13	9,31	8,58	12,11	3,68	3,7	1,25	3,38	1,28	1,58	80
	2,99	85,45	28,65	7,05	6,08	8,48	5,53	3,4	0,54	3,02	0,776	1,99	90
	3,11	69,08	22,18	5,46	4,45	6,17	7,97	3,2	0,25	2,71	0,496	2,43	100
40	1,16	809,2	361,7	41,19	39,37	124,4	0,57	7,2	29,21	4,78	11,58	0,491	50
	1,24	560,1	232,4	29,12	24,62	71,78	1,07	6,4	8,62	4,22	5,35	0,696	60
	1,31	410,4	159,9	21,46	16,41	45,07	1,83	5,9	3,04	3,76	2,78	0,94	70
	1,38	313,5	115,6	16,32	11,46	30,12	2,90	5,4	1,22	3,39	1,58	1,21	80
	1,44	247,2	86,86	12,73	8,31	21,11	4,37	5,0	0,54	3,08	0,958	1,51	90
	1,49	199,8	67,26	10,14	6,21	15,36	6,29	4,7	0,26	2,82	0,613	1,85	100
60	0,79	1198,9	544,3	46,46	39,80	177,5	0,59	7,2	23,88	4,21	11,35	0,480	50
	0,85	829,9	349,7	33,43	25,23	102,4	1,10	6,4	7,16	3,76	5,24	0,681	60
	0,90	608,0	240,5	24,99	17,00	64,27	1,88	5,9	2,56	3,38	2,73	0,914	70
	0,94	464,4	173,9	19,26	11,99	42,95	2,99	5,4	1,04	3,07	1,547	1,18	80
	0,98	366,2	130,7	15,19	8,77	30,10	4,49	5,0	0,47	2,81	0,939	1,48	90
	1,02	296,1	101,2	12,22	6,60	21,90	6,47	4,7	0,23	2,59	0,600	1,81	100
80	0,62	1430,6	653,2	48,47	38,81	210,8	0,64	6,5	19,89	3,75	10,50	0,502	50
	0,66	990,3	419,6	35,15	24,75	121,6	1,21	5,8	6,01	3,36	4,85	0,712	60
	0,70	725,6	288,6	26,46	16,77	76,34	2,07	5,3	2,16	3,04	2,52	0,956	70
	0,73	554,2	208,7	20,50	11,89	51,01	3,29	4,9	0,88	2,77	1,43	1,23	80
	0,77	437,0	156,8	16,26	8,73	35,75	4,94	4,5	0,40	2,55	0,868	1,55	90
	0,79	353,3	121,4	13,14	6,59	26,01	7,12	4,3	0,19	2,35	0,555	1,89	100
100	0,52	1547,7	707,6	49,06	37,48	230,1	0,72	5,7	16,94	3,39	9,52	0,538	50
	0,55	1071,3	454,5	35,71	23,98	132,7	1,36	5,1	5,14	3,04	4,40	0,763	60

	0,58	785,0	312,7	26,97	16,28	83,34	2,32	4,6	1,85	2,76	2,29	1,02	70
	0,61	599,6	226,1	20,96	11,57	55,70	3,69	4,3	0,76	2,52	1,30	1,32	80
	0,64	472,7	169,9	16,66	8,51	39,03	5,55	4,0	0,34	2,32	0,788	1,66	90
	0,66	382,2	131,5	13,49	6,44	28,40	8,00	3,7	0,17	2,14	0,504	2,03	100
120	0,45	1589,2	725,8	48,97	36,10	240,0	0,82	4,9	14,70	3,09	8,59	0,582	50
	0,48	1100,0	466,3	35,70	23,12	138,4	1,54	4,4	4,46	2,78	3,96	0,826	60
	0,51	806,0	320,7	26,99	15,72	86,93	2,63	4,0	1,61	2,52	2,06	1,11	70
	0,53	615,6	231,9	20,99	11,18	58,09	4,18	3,7	0,66	2,31	1,170	1,43	80
	0,55	485,4	174,3	16,70	8,23	40,71	6,28	3,4	0,30	2,12	0,710	1,79	90
	0,58	392,4	134,9	13,54	6,23	29,62	9,05	3,2	0,15	1,96	0,454	2,20	100
140	0,40	1582,4	721,1	48,50	34,77	243,6	0,93	4,2	12,94	2,85	7,74	0,633	50
	0,43	1095,4	463,3	35,36	22,27	140,5	1,74	3,7	3,93	2,56	3,57	0,897	60
	0,45	802,6	318,7	26,73	15,14	88,23	2,98	3,4	1,42	2,33	1,86	1,20	70
	0,47	613,0	230,4	20,80	10,77	58,96	4,73	3,1	0,58	2,13	1,05	1,56	80
	0,49	483,3	173,1	16,55	7,93	41,32	7,11	2,9	0,26	1,96	0,640	1,95	90
	0,51	390,8	134,1	13,41	6,00	30,07	10,24	2,7	0,13	1,81	0,409	2,38	100
160	0,36	1545,9	702,4	47,81	33,51	243,0	1,05	3,6	11,53	2,65	6,99	0,688	50
	0,39	1070,1	451,2	34,83	21,46	140,2	1,97	3,2	3,50	2,38	3,22	0,975	60
	0,41	784,0	310,4	26,32	14,58	88,01	3,36	2,9	1,26	2,16	1,68	1,31	70
	0,43	598,9	224,5	20,46	10,36	58,82	5,34	2,7	0,52	1,97	0,952	1,69	80
	0,45	472,2	168,7	16,27	7,63	41,22	8,03	2,5	0,23	1,81	0,578	2,12	90
	0,47	381,8	130,6	13,18	5,78	29,99	11,56	2,4	0,11	1,68	0,370	2,59	100
180	0,34	1491,6	675,4	47,00	32,33	239,6	1,18	3,1	10,37	2,47	6,32	0,747	50
	0,36	1032,5	433,9	34,19	20,68	138,2	2,22	2,8	3,14	2,22	2,92	1,06	60
	0,38	756,5	298,5	25,80	14,04	86,78	3,78	2,5	1,13	2,01	1,52	1,42	70
	0,40	577,8	215,8	20,04	9,97	58,00	6,01	2,3	0,46	1,84	0,862	1,84	80
	0,42	455,6	162,2	15,92	7,34	40,64	9,04	2,2	0,21	1,69	0,523	2,30	90

	0,43	368,3	125,6	12,89	5,55	29,57	13,02	2,0	0,10	1,56	0,334	2,82	100
200	0,31	1427,3	644,0	46,10	31,21	234,4	1,32	2,7	9,39	2,32	5,74	0,81	50
	0,33	988,0	413,7	33,48	19,94	135,2	2,49	2,4	2,84	2,08	2,65	1,15	60
	0,35	723,9	284,6	25,23	13,53	84,90	4,24	2,2	1,02	1,89	1,38	1,54	70
	0,37	552,9	205,8	19,57	9,60	56,74	6,74	2,0	0,42	1,72	0,782	1,99	80
	0,39	436,0	154,6	15,54	7,06	39,76	10,13	1,9	0,19	1,58	0,475	2,50	90
	0,40	352,5	119,7	12,56	5,33	28,93	14,60	1,8	0,09	1,46	0,304	3,05	100
Зональный пояс 5													
10	4,89	69,34	26,16	9,02	15,58	13,01	2,61	2,22	18,13	3,84	5,23	2,21	50
	5,23	48,00	16,81	5,73	8,98	7,51	4,91	1,99	4,85	3,17	2,42	3,14	60
	5,53	35,17	11,56	3,86	5,58	4,71	8,38	1,81	1,57	2,68	1,26	4,22	70
	5,80	26,86	8,36	2,71	3,67	3,15	13,31	1,67	0,59	2,30	0,71	5,44	80
	6,05	21,18	6,28	1,97	2,53	2,21	20,02	1,55	0,25	2,00	0,43	6,82	90
	6,29	17,12	4,86	1,48	1,80	1,61	28,84	1,46	0,11	1,76	0,28	8,34	100
20	2,13	328,2	133,2	21,66	26,44	47,56	1,44	5,35	23,70	4,67	8,79	1,26	50
	2,27	227,2	85,56	14,72	16,04	27,43	2,70	4,79	6,75	4,02	4,06	1,78	60
	2,41	166,4	58,85	10,49	10,42	17,23	4,61	4,36	2,31	3,51	2,11	2,40	70
	2,53	127,1	42,56	7,75	7,12	11,51	7,31	4,02	0,90	3,11	1,20	3,09	80
	2,64	100,2	31,98	5,89	5,06	8,07	11,00	3,74	0,39	2,78	0,727	3,88	90
	2,74	81,0	24,76	4,59	3,72	5,87	15,85	3,51	0,19	2,51	0,465	4,74	100
40	1,02	949,2	403,8	32,93	31,65	118,3	1,13	7,89	20,41	4,28	10,85	0,959	50
	1,09	657,0	259,4	23,45	19,90	68,25	2,13	7,06	6,06	3,79	5,01	1,36	60
	1,16	481,4	178,4	17,38	13,32	42,86	3,63	6,43	2,15	3,40	2,61	1,83	70
	1,21	367,7	129,0	13,29	9,34	28,64	5,77	5,93	0,87	3,07	1,48	2,36	80
	1,27	289,9	96,95	10,41	6,80	20,07	8,68	5,52	0,39	2,80	0,897	2,95	90
	1,32	234,4	75,07	8,33	5,09	14,61	12,50	5,18	0,19	2,57	0,574	3,61	100
60	0,70	1406,3	607,5	36,83	31,76	168,8	1,16	7,89	16,55	3,75	10,64	0,94	50

	0,75	973,4	390,3	26,68	20,24	97,33	2,19	7,06	5,00	3,36	4,91	1,33	60
	0,79	713,2	268,5	20,07	13,70	61,12	3,74	6,43	1,79	3,04	2,55	1,78	70
	0,83	544,8	194,1	15,54	9,71	40,85	5,94	5,93	0,73	2,77	1,45	2,30	80
	0,87	429,5	145,9	12,32	7,12	28,63	8,93	5,52	0,33	2,54	0,880	2,89	90
	0,90	347,3	113,0	9,95	5,38	20,83	12,86	5,18	0,16	2,34	0,563	3,53	100
80	0,54	1678,1	729,1	38,25	30,86	200,4	1,28	7,13	13,73	3,33	9,84	0,980	50
	0,58	1161,6	468,4	27,93	19,79	115,6	2,41	6,38	4,18	3,00	4,54	1,39	60
	0,62	851,1	322,2	21,15	13,47	72,59	4,11	5,81	1,51	2,72	2,36	1,87	70
	0,65	650,1	233,0	16,48	9,59	48,51	6,53	5,36	0,62	2,49	1,34	2,41	80
	0,67	512,6	175,0	13,13	7,06	34,00	9,82	4,99	0,28	2,29	0,813	3,02	90
	0,70	414,4	135,5	10,65	5,35	24,74	14,15	4,68	0,14	2,12	0,520	3,69	100
100	0,45	1815,5	789,8	38,64	29,75	218,8	1,44	6,22	11,67	3,00	8,92	1,05	50
	0,49	1256,7	507,3	28,32	19,14	126,2	2,71	5,57	3,56	2,71	4,12	1,49	60
	0,51	920,8	349,0	21,52	13,06	79,25	4,62	5,07	1,29	2,47	2,14	2,00	70
	0,54	703,3	252,4	16,80	9,31	52,96	7,34	4,67	0,53	2,26	1,22	2,58	80
	0,56	554,5	189,6	13,42	6,87	37,12	11,04	4,35	0,24	2,08	0,738	3,24	90
	0,58	448,3	146,8	10,91	5,22	27,01	15,90	4,08	0,12	1,93	0,472	3,96	100
120	0,39	1864,1	810,1	38,53	28,63	228,2	1,63	5,36	10,12	2,74	8,047	1,14	50
	0,42	1290,4	520,4	28,28	18,44	131,6	3,06	4,79	3,09	2,48	3,71	1,61	60
	0,45	945,4	358,0	21,51	12,59	82,66	5,23	4,36	1,12	2,25	1,93	2,17	70
	0,47	722,1	258,9	16,82	8,99	55,24	8,30	4,02	0,46	2,07	1,10	2,80	80
	0,49	569,4	194,5	13,44	6,64	38,72	12,49	3,75	0,21	1,91	0,665	3,50	90
	0,51	460,3	150,6	10,94	5,04	28,17	17,99	3,51	0,10	1,77	0,426	4,29	100
140	0,35	1856,2	804,9	38,14	27,56	231,7	1,84	4,60	8,91	2,53	7,25	1,24	50
	0,38	1284,9	517,1	28,00	17,75	133,6	3,47	4,11	2,72	2,28	3,35	1,75	60
	0,40	941,4	355,7	21,30	12,12	83,90	5,91	3,75	0,99	2,08	1,74	2,35	70
	0,42	719,1	257,2	16,65	8,65	56,07	9,39	3,45	0,41	1,90	0,988	3,04	80



	0,44	567,0	193,3	13,31	6,39	39,30	14,13	3,21	0,18	1,76	0,600	3,81	90
	0,45	458,4	149,7	10,83	4,86	28,59	20,35	3,01	0,09	1,63	0,384	4,66	100
160	0,32	1813,4	784,0	37,60	26,56	231,1	2,08	3,95	7,93	2,35	6,55	1,34	50
	0,34	1255,2	503,7	27,58	17,10	133,3	3,92	3,53	2,42	2,12	3,02	1,90	60
	0,36	919,7	346,4	20,97	11,67	83,69	6,68	3,22	0,88	1,93	1,57	2,56	70
	0,38	702,5	250,5	16,38	8,33	55,93	10,61	2,97	0,36	1,77	0,892	3,30	80
	0,40	553,9	188,2	13,09	6,15	39,20	15,96	2,76	0,16	1,63	0,541	4,14	90
	0,41	447,8	145,8	10,65	4,67	28,52	22,99	2,59	0,08	1,51	0,346	5,06	100
180	0,30	1749,7	753,9	36,97	25,62	227,9	2,34	3,40	7,13	2,19	5,92	1,46	50
	0,32	1211,1	484,3	27,08	16,48	131,4	4,41	3,04	2,18	1,98	2,73	2,07	60
	0,33	887,4	333,1	20,56	11,24	82,53	7,52	2,77	0,79	1,80	1,42	2,78	70
	0,35	677,8	240,9	16,05	8,02	55,15	11,94	2,55	0,32	1,65	0,807	3,59	80
	0,37	534,4	181,0	12,81	5,92	38,65	17,96	2,38	0,15	1,52	0,490	4,49	90
	0,38	432,1	140,2	10,42	4,49	28,12	25,87	2,23	0,07	1,41	0,313	5,50	100
200	0,28	1674,3	718,8	36,29	24,75	222,9	2,63	2,94	6,47	2,06	5,38	1,58	50
	0,29	1158,9	461,8	26,54	15,90	128,56	4,94	2,63	1,97	1,85	2,48	2,24	60
	0,31	849,1	317,6	20,12	10,83	80,73	8,43	2,40	0,71	1,69	1,29	3,01	70
	0,33	648,6	229,7	15,69	7,72	53,95	13,39	2,21	0,29	1,54	0,733	3,89	80
	0,34	511,4	172,6	12,51	5,69	37,81	20,14	2,06	0,13	1,42	0,445	4,87	90
	0,35	413,5	133,6	10,16	4,32	27,51	29,02	1,93	0,07	1,32	0,284	5,96	100

Расчетные возрастные тренды массообразующих показателей и фитомассы кедровников (по материалам базы данных)

Возраст $A$ , лет	Средняя высота $H$ , м	Средний диаметр $D$ , см	Густота $N$ , тыс. экз./га	Запас стволов $M$ , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					стволов $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	коры $P_{SB}$						
<b>(D) УРАЛЬСКАЯ ПРОВИНЦИЯ</b>												
<b>Средняя тайга (<i>P. sibirica</i>)</b>												
20	3,2	3,3	1,184	4,0	1,3	0,4	1,35	1,09	3,7	0,7	2,63	7,1
40	8,3	8,6	1,171	46,2	15,3	2,8	4,07	5,31	24,7	6,8	2,02	33,5
60	12,9	13,7	1,099	137,9	47,0	6,9	6,12	10,10	63,2	18,3	1,81	83,3
80	16,7	18,2	1,024	257,9	89,2	11,3	7,36	14,06	110,6	32,1	1,71	144,5
100	19,8	22,0	0,955	384,6	134,4	15,5	7,98	16,89	159,3	46,1	1,66	207,1
120	22,4	25,4	0,894	504,2	177,6	19,0	8,21	18,73	204,5	58,8	1,63	264,9
140	24,4	28,2	0,839	609,6	215,9	21,8	8,17	19,78	243,8	69,7	1,62	315,2
160	26,1	30,7	0,791	698,1	248,2	23,9	7,98	20,23	276,4	78,7	1,61	356,8
180	27,5	32,8	0,748	769,4	274,4	25,4	7,69	20,26	302,4	85,9	1,61	389,9
200	28,7	34,7	0,709	824,6	294,8	26,4	7,35	19,98	322,2	91,4	1,62	415,1
220	29,6	36,3	0,674	865,4	310,0	27,1	6,98	19,49	336,5	95,4	1,62	433,5
240	30,3	37,7	0,642	893,7	320,6	27,3	6,61	18,87	346,1	98,1	1,63	445,8
260	30,9	38,9	0,613	911,3	327,3	27,4	6,24	18,16	351,7	99,8	1,64	453,1
280	31,3	39,9	0,587	919,9	330,7	27,2	5,88	17,39	354,0	100,5	1,66	456,2
300	31,7	40,8	0,562	921,1	331,4	26,8	5,53	16,61	353,5	100,6	1,67	455,8
320	31,9	41,6	0,540	916,3	329,8	26,3	5,20	15,82	350,8	100,0	1,68	452,5
340	32,1	42,3	0,519	906,7	326,4	25,7	4,89	15,04	346,4	99,0	1,70	447,1

Возраст $A$ , лет	Средняя высота $H$ , м	Средний диаметр $D$ , см	Густота $N$ , тыс. экз./га	Запас стволов $M$ , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					стволов $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	коры $P_{SB}$						
360	32,2	42,9	0,500	893,1	321,6	25,1	4,60	14,28	340,5	97,6	1,71	439,8
<b>(Е) ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ</b>												
<b>Южная тайга (<i>P. sibirica</i>)</b>												
20	2,5	2,5	1,043	2,0	1,0	0,4	1,81	1,47	4,3	0,5	8,51	13,3
40	6,4	6,6	1,032	22,6	12,4	2,9	5,44	7,14	24,9	4,3	6,53	35,8
60	9,9	10,4	0,968	67,6	37,9	7,2	8,17	13,60	59,7	11,5	5,87	77,0
80	12,8	13,8	0,902	126,4	72,0	11,8	9,82	18,92	100,8	20,2	5,55	126,5
100	15,2	16,8	0,841	188,5	108,5	16,1	10,66	22,74	141,9	29,0	5,39	176,3
120	17,2	19,3	0,787	247,1	143,3	19,8	10,96	25,21	179,5	37,0	5,29	221,8
140	18,8	21,5	0,740	298,8	174,3	22,7	10,91	26,62	211,8	43,8	5,25	260,9
160	20,1	23,3	0,697	342,1	200,4	24,9	10,65	27,23	238,3	49,5	5,23	293,0
180	21,1	25,0	0,659	377,1	221,5	26,5	10,27	27,26	259,1	54,0	5,23	318,3
200	22,0	26,4	0,625	404,2	238,0	27,6	9,81	26,89	274,7	57,5	5,24	337,4
220	22,7	27,6	0,594	424,1	250,3	28,2	9,32	26,23	285,8	60,0	5,26	351,1
240	23,2	28,7	0,566	438,0	258,8	28,5	8,82	25,39	293,0	61,7	5,29	360,0
260	23,7	29,6	0,540	446,6	264,2	28,5	8,33	24,44	297,0	62,7	5,33	365,0
280	24,0	30,4	0,517	450,9	267,0	28,3	7,84	23,41	298,2	63,2	5,36	366,8
300	24,3	31,1	0,496	451,5	267,5	27,9	7,38	22,35	297,2	63,2	5,41	365,9
320	24,5	31,7	0,476	449,1	266,3	27,4	6,94	21,29	294,5	62,9	5,45	362,8
340	24,6	32,2	0,457	444,4	263,5	26,8	6,53	20,24	290,3	62,3	5,50	358,1
360	24,7	32,6	0,440	437,7	259,6	26,1	6,13	19,22	285,0	61,4	5,55	351,9
<b>(F) СРЕДНЕСИБИРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ</b>												
<b>Средняя тайга (<i>P. sibirica</i>)</b>												
20	1,7	1,8	1,237	0,6	0,3	0,1	0,60	0,54	1,4	0,4	24,75	26,5

Возраст $A$ , лет	Средняя высота $H$ , м	Средний диаметр $D$ , см	Густота $N$ , тыс. экз./га	Запас стволов $M$ , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					СТВОЛОВ $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	КОРЫ $P_{SB}$						
40	4,3	4,8	1,224	7,1	3,1	0,8	1,82	2,63	7,5	3,4	18,99	30,0
60	6,6	7,6	1,148	21,1	9,5	2,1	2,73	5,01	17,2	9,3	17,06	43,5
80	8,6	10,0	1,070	39,5	18,0	3,4	3,28	6,98	28,2	16,3	16,15	60,7
100	10,2	12,1	0,998	58,8	27,1	4,6	3,56	8,38	39,1	23,4	15,66	78,1
120	11,5	14,0	0,934	77,1	35,8	5,7	3,66	9,30	48,8	29,8	15,39	94,0
140	12,6	15,6	0,877	93,3	43,5	6,5	3,65	9,81	57,0	35,4	15,26	107,6
160	13,5	16,9	0,827	106,8	50,0	7,1	3,56	10,04	63,6	39,9	15,20	118,8
180	14,2	18,1	0,781	117,7	55,3	7,6	3,43	10,05	68,8	43,6	15,20	127,6
200	14,8	19,1	0,741	126,1	59,4	7,9	3,28	9,91	72,6	46,3	15,23	134,2
220	15,2	20,0	0,704	132,4	62,5	8,1	3,12	9,67	75,3	48,4	15,30	139,0
240	15,6	20,8	0,671	136,7	64,6	8,2	2,95	9,36	77,0	49,8	15,38	142,1
260	15,9	21,4	0,641	139,4	66,0	8,2	2,78	9,01	77,8	50,6	15,48	143,9
280	16,1	22,0	0,613	140,7	66,7	8,1	2,62	8,63	77,9	51,0	15,60	144,5
300	16,3	22,5	0,588	140,9	66,8	8,0	2,47	8,24	77,5	51,0	15,72	144,3
320	16,5	22,9	0,564	140,2	66,5	7,9	2,32	7,85	76,7	50,7	15,85	143,3
340	16,6	23,3	0,543	138,7	65,8	7,7	2,18	7,46	75,5	50,2	15,98	141,7
360	16,6	23,6	0,522	136,6	64,8	7,5	2,05	7,09	74,0	49,5	16,12	139,6
<b>(J) АЛТАЕ-САЯНСКАЯ ГОРНАЯ ПРОВИНЦИЯ</b>												
<b>Южная тайга (<i>P. sibirica</i>)</b>												
20	2,8	3,8	0,577	2,1	0,7	0,3	0,61	0,35	1,6	0,3	6,71	8,7
40	7,1	9,9	0,570	23,7	8,2	1,9	1,83	1,72	11,8	2,9	5,15	19,8
60	11,0	15,8	0,535	70,9	25,3	4,8	2,75	3,28	31,3	7,8	4,63	43,7
80	14,3	20,9	0,499	132,5	48,0	7,8	3,31	4,56	55,9	13,7	4,38	73,9
100	17,0	25,4	0,465	197,5	72,3	10,7	3,59	5,48	81,4	19,6	4,25	105,2

Возраст $A$ , лет	Средняя высота $H$ , м	Средний диаметр $D$ , см	Густота $N$ , тыс. экз./га	Запас стволов $M$ , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					СТВОЛОВ $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	КОРЫ $P_{SB}$						
120	19,2	29,2	0,435	259,0	95,5	13,1	3,69	6,08	105,3	25,0	4,17	134,4
140	21,0	32,5	0,409	313,1	116,1	15,1	3,68	6,42	126,2	29,6	4,14	160,0
160	22,4	35,4	0,385	358,5	133,5	16,5	3,59	6,57	143,7	33,5	4,12	181,2
180	23,6	37,8	0,364	395,2	147,6	17,6	3,46	6,57	157,7	36,5	4,12	198,3
200	24,6	39,9	0,345	423,5	158,6	18,3	3,31	6,48	168,4	38,8	4,13	211,3
220	25,4	41,8	0,328	444,5	166,8	18,7	3,14	6,33	176,2	40,5	4,15	220,9
240	26,0	43,4	0,313	459,0	172,5	18,9	2,97	6,12	181,6	41,7	4,17	227,4
260	26,5	44,8	0,299	468,0	176,1	18,9	2,81	5,89	184,8	42,4	4,20	231,3
280	26,9	46,0	0,286	472,5	177,9	18,8	2,64	5,65	186,2	42,7	4,23	233,1
300	27,2	47,0	0,274	473,1	178,3	18,6	2,49	5,39	186,1	42,7	4,26	233,1
320	27,4	47,9	0,263	470,6	177,4	18,2	2,34	5,14	184,9	42,5	4,30	231,7
340	27,6	48,7	0,253	465,7	175,6	17,8	2,20	4,88	182,7	42,1	4,33	229,1
360	27,7	49,4	0,244	458,7	173,0	17,4	2,07	4,64	179,7	41,5	4,37	225,5
<b>(I) ЗАБАЙКАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ПРОВИНЦИЯ</b>												
<b>Южная тайга (<i>P. sibirica</i>)</b>												
20	2,4	3,1	1,859	1,8	0,7	0,3	0,86	0,98	2,5	0,2	8,63	11,3
40	6,2	8,2	1,840	21,0	8,3	2,0	2,60	4,80	15,7	1,7	6,62	24,0
60	9,6	13,1	1,726	62,6	25,3	5,0	3,91	9,13	38,4	4,6	5,95	49,0
80	12,4	17,3	1,608	117,0	48,1	8,2	4,70	12,70	65,5	8,1	5,63	79,3
100	14,8	21,0	1,500	174,4	72,5	11,2	5,10	15,26	92,9	11,7	5,46	110,0
120	16,7	24,2	1,404	228,6	95,8	13,8	5,24	16,92	118,0	14,9	5,37	138,2
140	18,2	26,9	1,318	276,4	116,4	15,8	5,22	17,87	139,5	17,7	5,32	162,5
160	19,5	29,2	1,243	316,6	133,9	17,3	5,10	18,28	157,3	19,9	5,30	182,5
180	20,5	31,3	1,175	348,9	148,0	18,5	4,91	18,30	171,3	21,8	5,30	198,3

Возраст <i>A</i> , лет	Средняя высота <i>H</i> , м	Средний диаметр <i>D</i> , см	Густота <i>N</i> , тыс. экз./га	Запас стволов <i>M</i> , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					СТВОЛОВ $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	КОРЫ $P_{SB}$						
200	21,4	33,0	1,114	373,9	159,1	19,2	4,69	18,05	181,8	23,1	5,31	210,3
220	22,0	34,6	1,059	392,4	167,2	19,7	4,46	17,61	189,3	24,2	5,33	218,8
240	22,6	35,9	1,009	405,2	173,0	19,9	4,22	17,05	194,2	24,8	5,36	224,4
260	23,0	37,0	0,963	413,2	176,6	19,9	3,98	16,40	197,0	25,3	5,40	227,6
280	23,4	38,0	0,922	417,1	178,4	19,7	3,75	15,72	197,9	25,5	5,44	228,8
300	23,6	38,9	0,884	417,7	178,8	19,5	3,53	15,01	197,3	25,5	5,48	228,3
320	23,8	39,7	0,848	415,5	177,9	19,1	3,32	14,29	195,5	25,3	5,53	226,4
340	23,9	40,3	0,816	411,1	176,1	18,7	3,12	13,59	192,8	25,1	5,57	223,5
360	24,0	40,9	0,785	405,0	173,5	18,2	2,93	12,90	189,3	24,7	5,62	219,7
<b>(Н) ДАЛЬНИЙ ВОСТОК</b>												
<b>Хвойно-широколиственные леса (<i>P. koraiensis</i>)</b>												
20	2,5	3,3	1,138	1,8	0,8	0,2	1,30	1,58	3,6	0,3	5,23	9,2
40	6,5	8,7	1,126	20,3	9,2	1,9	3,90	7,68	20,8	3,1	4,02	27,9
60	10,1	13,8	1,056	60,6	28,3	4,6	5,87	14,62	48,7	8,3	3,61	60,7
80	13,1	18,3	0,984	113,3	53,7	7,7	7,05	20,34	81,1	14,6	3,41	99,1
100	15,5	22,2	0,918	168,9	80,9	10,5	7,65	24,45	113,0	20,9	3,31	137,2
120	17,5	25,5	0,859	221,5	106,8	12,8	7,87	27,11	141,8	26,7	3,26	171,8
140	19,2	28,4	0,807	267,8	129,8	14,7	7,83	28,62	166,3	31,7	3,23	201,2
160	20,5	30,9	0,760	306,6	149,3	16,1	7,65	29,28	186,2	35,8	3,21	225,2
180	21,6	33,0	0,719	337,9	165,1	17,2	7,37	29,31	201,7	39,1	3,21	244,0
200	22,5	34,9	0,681	362,2	177,3	17,9	7,04	28,91	213,3	41,5	3,22	258,1
220	23,2	36,5	0,648	380,1	186,5	18,3	6,69	28,21	221,4	43,4	3,24	268,0
240	23,8	37,9	0,617	392,5	192,8	18,5	6,33	27,30	226,5	44,6	3,25	274,3
260	24,2	39,1	0,590	400,3	196,9	18,5	5,98	26,27	229,1	45,4	3,27	277,7

Возраст $A$ , лет	Средняя высота $H$ , м	Средний диаметр $D$ , см	Густота $N$ , тыс. экз./га	Запас стволов $M$ , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					СТВОЛОВ $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	КОРЫ $P_{SB}$						
280	24,6	40,2	0,564	404,1	198,9	18,4	5,63	25,17	229,7	45,7	3,30	278,7
300	24,9	41,1	0,541	404,6	199,3	18,1	5,30	24,04	228,6	45,7	3,32	277,7
320	25,1	41,9	0,519	402,5	198,4	17,8	4,98	22,89	226,2	45,5	3,35	275,1
340	25,2	42,5	0,499	398,2	196,3	17,4	4,68	21,77	222,8	45,0	3,38	271,2
360	25,3	43,1	0,480	392,3	193,4	16,9	4,40	20,67	218,5	44,4	3,41	266,3
<b>СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ КИТАЙ</b>												
<b>Хвойно-широколиственные леса (<i>P. koraiensis</i>)</b>												
20	2,5	2,5	1,155	2,8	1,0	0,3	0,87	1,26	3,2	0,3	71,15	74,6
40	6,3	6,6	1,143	32,6	12,6	2,6	2,61	6,14	21,3	2,6	54,61	78,5
60	9,8	10,5	1,072	97,4	38,5	6,3	3,92	11,69	54,1	7,0	49,05	110,1
80	12,8	14,0	0,999	182,1	73,1	10,4	4,71	16,26	94,1	12,2	46,42	152,7
100	15,1	16,9	0,932	271,6	110,2	14,2	5,11	19,54	134,8	17,5	45,02	197,4
120	17,1	19,5	0,872	356,0	145,5	17,5	5,26	21,66	172,4	22,4	44,26	239,1
140	18,7	21,7	0,819	430,5	176,9	20,0	5,23	22,87	205,0	26,6	43,86	275,4
160	20,0	23,6	0,772	492,9	203,4	22,0	5,11	23,40	231,9	30,0	43,70	305,6
180	21,1	25,2	0,730	543,3	224,9	23,4	4,92	23,43	253,2	32,7	43,70	329,6
200	21,9	26,7	0,692	582,3	241,6	24,4	4,71	23,10	269,4	34,8	43,80	348,0
220	22,6	27,9	0,658	611,1	254,0	24,9	4,47	22,54	281,0	36,3	43,99	361,3
240	23,2	29,0	0,627	631,0	262,7	25,2	4,23	21,82	288,8	37,4	44,23	370,4
260	23,6	29,9	0,599	643,5	268,2	25,2	3,99	21,00	293,2	38,0	44,52	375,7
280	24,0	30,7	0,573	649,6	271,0	25,0	3,76	20,12	294,8	38,3	44,84	378,0
300	24,2	31,4	0,549	650,4	271,5	24,7	3,54	19,21	294,3	38,3	45,19	377,8
320	24,4	32,0	0,527	647,1	270,2	24,2	3,33	18,30	291,9	38,1	45,56	375,5
340	24,6	32,5	0,507	640,2	267,5	23,7	3,13	17,40	288,0	37,7	45,95	371,7

Возраст $A$ , лет	Средняя высота $H$ , м	Средний диаметр $D$ , см	Густота $N$ , тыс. экз./га	Запас стволов $M$ , м <sup>3</sup> /га	Фитомасса $P_i$ , т/га							
					стволов $P_S$		хвои $P_F$	ветвей $P_B$	надземная $P_{abo}$	корней $P_R$	нижнего яруса $P_U$	всего $P_{tot}$
					всего	коры $P_{SB}$						
360	24,7	33,0	0,488	630,6	263,5	23,1	2,94	16,52	283,0	37,2	46,36	366,5
<b>ЮЖНАЯ КОРЕЯ</b>												
<b>Широколиственные леса (<i>P. koraiensis</i>)</b>												
20	3,6	6,8	0,451	9,1	3,5	0,5	2,86	3,51	9,9	0,9	48,79	59,6
40	9,3	17,8	0,446	105,2	42,9	4,2	8,60	17,09	68,6	8,6	37,44	114,7
60	14,5	28,3	0,419	314,0	131,5	10,3	12,93	32,54	177,0	23,2	33,63	233,9
80	18,8	37,5	0,390	587,0	249,8	17,0	15,54	45,27	310,6	40,9	31,83	383,3
100	22,3	45,5	0,364	875,3	376,4	23,2	16,86	54,40	447,7	58,6	30,87	537,2
120	25,2	52,4	0,340	1147,5	497,2	28,5	17,33	60,32	574,8	74,8	30,35	680,0

## Приложение 5

Возрастная динамика фитомассы и ЧПП березняков по зональным поясам с учетом степени континентальности климата Евразии

A, лет	Номер пояса	Индекс континен- тальности	Запас M, м3/га	Фракции фитомассы							Фракции ЧПП						
				Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	1	55	15,32	7,95	1,99	0,96	10,90	1,73	12,63	0,49	1,10	0,65	0,90	2,65	0,18	2,83	0,09
		65	13,77	7,16	1,86	1,11	10,14	1,95	12,08	0,48	1,00	0,43	1,04	2,46	0,23	2,69	0,11
		75	12,57	6,55	1,76	1,27	9,57	2,16	11,73	0,47	0,92	0,30	1,18	2,39	0,28	2,68	0,14
		85	11,61	6,05	1,67	1,42	9,14	2,36	11,50	0,46	0,86	0,21	1,31	2,38	0,34	2,72	0,17
		95	10,82	5,64	1,60	1,57	8,81	2,56	11,36	0,45	0,80	0,16	1,44	2,41	0,40	2,81	0,20
20	1	55	33,89	18,07	3,92	1,23	23,22	3,59	26,81	0,75	1,29	0,68	1,11	3,08	0,21	3,30	0,08
		65	30,48	16,27	3,67	1,43	21,37	4,04	25,41	0,73	1,18	0,44	1,28	2,90	0,27	3,17	0,10
		75	27,82	14,87	3,46	1,63	19,96	4,48	24,44	0,72	1,08	0,31	1,45	2,84	0,34	3,18	0,12



		85	25,69	13,75	3,29	1,82	18,86	4,90	23,76	0,70	1,01	0,22	1,62	2,85	0,40	3,25	0,15
		95	23,94	12,82	3,15	2,01	17,98	5,30	23,29	0,69	0,95	0,17	1,78	2,89	0,47	3,37	0,18
40		55	64,53	34,24	7,02	1,48	42,75	5,94	48,69	1,11	1,29	0,64	1,29	3,23	0,20	3,43	0,08
		65	58,02	30,83	6,57	1,72	39,13	6,69	45,82	1,08	1,18	0,42	1,49	3,09	0,26	3,34	0,11
		75	52,97	28,19	6,20	1,96	36,35	7,41	43,76	1,06	1,09	0,29	1,68	3,06	0,32	3,38	0,14
		85	48,92	26,06	5,90	2,19	34,15	8,11	42,26	1,04	1,01	0,21	1,87	3,10	0,38	3,48	0,17
		95	45,57	24,30	5,64	2,43	32,37	8,78	41,14	1,03	0,95	0,16	2,06	3,17	0,45	3,62	0,20
		55	87,70	45,76	9,45	1,60	56,82	7,18	64,00	1,37	1,20	0,60	1,36	3,17	0,18	3,34	0,10
60		65	78,86	41,21	8,84	1,86	51,91	8,10	60,01	1,34	1,09	0,39	1,58	3,06	0,23	3,29	0,13
		75	72,00	37,67	8,34	2,12	48,14	8,97	57,10	1,32	1,01	0,27	1,78	3,06	0,28	3,34	0,17
		85	66,48	34,83	7,93	2,37	45,13	9,81	54,94	1,29	0,94	0,20	1,98	3,12	0,34	3,46	0,20
		95	61,94	32,48	7,59	2,62	42,69	10,62	53,31	1,27	0,88	0,15	2,18	3,21	0,40	3,61	0,24
		55	105,7	54,14	11,44	1,67	67,25	7,85	75,10	1,59	1,10	0,56	1,40	3,06	0,16	3,22	0,12
80		65	95,02	48,75	10,70	1,94	61,39	8,84	70,24	1,55	1,00	0,37	1,62	2,99	0,20	3,19	0,16
		75	86,75	44,57	10,10	2,21	56,88	9,80	66,67	1,52	0,92	0,25	1,83	3,01	0,25	3,25	0,20
		85	80,11	41,21	9,60	2,48	53,28	10,71	63,99	1,50	0,86	0,18	2,04	3,08	0,29	3,38	0,24
		95	74,64	38,43	9,18	2,74	50,35	11,60	61,94	1,48	0,81	0,14	2,24	3,19	0,35	3,54	0,29
		55	120,0	60,37	13,11	1,72	75,20	8,18	83,38	1,77	1,01	0,53	1,42	2,96	0,14	3,09	0,14
100		65	107,9	54,37	12,26	1,99	68,62	9,22	77,84	1,73	0,92	0,34	1,64	2,90	0,17	3,08	0,19
		75	98,48	49,70	11,58	2,27	63,54	10,21	73,76	1,70	0,85	0,24	1,86	2,94	0,22	3,16	0,24
		85	90,94	45,95	11,01	2,54	59,49	11,17	70,66	1,67	0,79	0,17	2,07	3,03	0,26	3,29	0,29
		95	84,72	42,85	10,53	2,81	56,18	12,09	68,28	1,65	0,74	0,13	2,27	3,14	0,30	3,45	0,34
		55	46,14	23,57	4,00	1,55	29,12	5,04	34,16	1,07	3,88	2,69	1,54	8,10	0,58	8,69	0,37
10	2	65	41,49	21,23	3,74	1,80	26,76	5,67	32,44	1,05	3,53	1,75	1,77	7,06	0,74	7,80	0,48
		75	37,87	19,41	3,53	2,04	24,98	6,29	31,27	1,03	3,25	1,22	2,01	6,48	0,92	7,39	0,60
		85	34,98	17,94	3,36	2,29	23,59	6,87	30,46	1,01	3,03	0,88	2,23	6,15	1,10	7,25	0,73
		95	32,59	16,73	3,21	2,53	22,47	7,44	29,91	1,00	2,85	0,66	2,46	5,97	1,30	7,26	0,86
20	2	55	102,1	53,56	7,88	1,99	63,42	10,45	73,87	1,64	4,57	2,79	1,89	9,26	0,69	9,95	0,32
		65	91,81	48,23	7,36	2,31	57,91	11,77	69,68	1,61	4,16	1,82	2,19	8,17	0,88	9,05	0,42
		75	83,82	44,09	6,95	2,63	53,67	13,04	66,71	1,58	3,84	1,26	2,47	7,57	1,08	8,65	0,52

		85	77,41	40,76	6,61	2,94	50,32	14,26	64,57	1,55	3,57	0,92	2,75	7,24	1,30	8,54	0,63
		95	72,12	38,02	6,32	3,25	47,59	15,44	63,03	1,52	3,36	0,69	3,03	7,07	1,53	8,60	0,75
40		55	194,4	101,5	14,10	2,39	118,0	17,29	135,3	2,44	4,58	2,65	2,20	9,43	0,66	10,08	0,36
		65	174,8	91,42	13,19	2,78	107,4	19,49	126,9	2,38	4,17	1,73	2,53	8,43	0,84	9,27	0,47
		75	159,6	83,57	12,45	3,16	99,19	21,59	120,8	2,34	3,84	1,20	2,87	7,91	1,03	8,94	0,58
		85	147,4	77,26	11,84	3,54	92,65	23,60	116,3	2,30	3,58	0,87	3,19	7,64	1,24	8,88	0,71
		95	137,3	72,06	11,32	3,91	87,29	25,56	112,9	2,26	3,36	0,66	3,51	7,53	1,46	8,98	0,84
		55	264,2	135,7	18,98	2,59	157,2	20,92	178,2	3,02	4,25	2,47	2,32	9,05	0,58	9,62	0,43
60		65	237,6	122,2	17,74	3,01	142,9	23,57	166,5	2,96	3,86	1,61	2,68	8,16	0,74	8,90	0,56
		75	216,9	111,7	16,75	3,42	131,9	26,11	158,0	2,90	3,56	1,12	3,03	7,72	0,91	8,62	0,70
		85	200,3	103,3	15,93	3,83	123,0	28,56	151,6	2,85	3,32	0,81	3,38	7,51	1,09	8,60	0,85
		95	186,6	96,3	15,23	4,23	115,8	30,92	146,7	2,81	3,12	0,61	3,72	7,44	1,28	8,72	1,01
		55	318,4	160,5	22,97	2,70	186,2	22,85	209,0	3,50	3,89	2,31	2,39	8,59	0,50	9,10	0,52
80		65	286,3	144,6	21,48	3,14	169,2	25,75	194,9	3,42	3,54	1,51	2,76	7,81	0,64	8,45	0,67
		75	261,3	132,1	20,27	3,57	156,0	28,52	184,5	3,35	3,26	1,05	3,12	7,43	0,79	8,22	0,84
		85	241,3	122,2	19,28	4,00	145,4	31,19	176,6	3,30	3,04	0,76	3,47	7,27	0,95	8,22	1,02
		95	224,8	113,9	18,44	4,42	136,8	33,77	170,6	3,25	2,85	0,57	3,82	7,25	1,12	8,37	1,21
		55	361,4	179,0	26,33	2,77	208,1	23,83	231,9	3,91	3,57	2,17	2,42	8,16	0,44	8,60	0,61
100		65	325,0	161,2	24,62	3,22	189,0	26,85	215,9	3,82	3,24	1,42	2,80	7,46	0,56	8,02	0,80
		75	296,7	147,4	23,24	3,66	174,3	29,74	204,0	3,74	2,99	0,98	3,16	7,14	0,69	7,83	1,00
		85	274,0	136,2	22,10	4,10	162,4	32,52	194,9	3,68	2,79	0,71	3,52	7,02	0,83	7,86	1,21
		95	255,2	127,0	21,14	4,53	152,7	35,21	187,9	3,62	2,62	0,54	3,87	7,03	0,98	8,01	1,44
		55	46,0	23,51	3,99	1,54	29,04	6,03	35,08	1,48	4,56	2,69	1,60	8,85	0,76	9,61	0,61
10	3	65	41,36	21,17	3,73	1,79	26,69	6,80	33,49	1,45	4,15	1,75	1,85	7,75	0,97	8,72	0,79
		75	37,76	19,35	3,52	2,04	24,92	7,53	32,45	1,42	3,82	1,22	2,09	7,13	1,19	8,33	0,99
		85	34,87	17,89	3,35	2,28	23,52	8,24	31,76	1,39	3,56	0,88	2,33	6,78	1,43	8,21	1,20
		95	32,49	16,69	3,20	2,52	22,41	8,92	31,33	1,37	3,35	0,66	2,56	6,57	1,69	8,26	1,43
55		101,8	53,41	7,86	1,99	63,25	12,52	75,77	2,27	5,38	2,79	1,98	10,14	0,89	11,04	0,53	
20		65	91,54	48,09	7,35	2,31	57,75	14,10	71,85	2,22	4,89	1,82	2,28	8,99	1,14	10,14	0,69
		75	83,58	43,97	6,94	2,62	53,53	15,62	69,15	2,17	4,51	1,26	2,58	8,35	1,41	9,76	0,86

		85	77,18	40,65	6,60	2,94	50,18	17,08	67,26	2,14	4,20	0,92	2,87	7,99	1,69	9,68	1,05
		95	71,90	37,91	6,31	3,25	47,46	18,50	65,96	2,10	3,95	0,69	3,16	7,80	1,99	9,79	1,25
40		55	193,8	101,2	14,08	2,39	117,7	20,72	138,4	3,36	5,38	2,65	2,29	10,33	0,85	11,18	0,59
		65	174,3	91,15	13,16	2,78	107,1	23,35	130,4	3,29	4,90	1,73	2,65	9,27	1,09	10,36	0,77
		75	159,1	83,33	12,43	3,16	98,92	25,86	124,8	3,22	4,52	1,20	2,99	8,71	1,34	10,05	0,96
		85	146,9	77,04	11,82	3,54	92,39	28,28	120,7	3,17	4,21	0,87	3,33	8,41	1,61	10,02	1,17
		95	136,9	71,85	11,30	3,91	87,06	30,62	117,7	3,12	3,95	0,66	3,66	8,27	1,89	10,16	1,40
		55	263,4	135,3	18,94	2,59	156,8	25,07	181,9	4,17	4,99	2,47	2,43	9,89	0,75	10,64	0,71
60		65	236,9	121,8	17,71	3,01	142,5	28,24	170,8	4,08	4,54	1,61	2,80	8,96	0,96	9,91	0,93
		75	216,3	111,4	16,72	3,42	131,5	31,29	162,8	4,00	4,19	1,12	3,17	8,47	1,18	9,65	1,16
		85	199,7	103,0	15,90	3,83	122,7	34,21	156,9	3,93	3,90	0,81	3,53	8,24	1,42	9,66	1,41
		95	186,1	96,0	15,20	4,23	115,5	37,04	152,5	3,87	3,66	0,61	3,88	8,15	1,67	9,82	1,68
		55	317,4	160,0	22,93	2,70	185,7	27,38	213,1	4,83	4,58	2,31	2,49	9,38	0,65	10,03	0,86
80		65	285,4	144,1	21,44	3,14	168,7	30,85	199,6	4,72	4,16	1,51	2,88	8,55	0,84	9,38	1,11
		75	260,6	131,8	20,24	3,57	155,6	34,17	189,7	4,63	3,84	1,04	3,26	8,14	1,03	9,17	1,39
		85	240,6	121,8	19,24	3,99	145,0	37,37	182,4	4,55	3,58	0,76	3,63	7,96	1,24	9,20	1,69
		95	224,2	113,6	18,40	4,41	136,4	40,46	176,9	4,48	3,36	0,57	3,99	7,92	1,45	9,37	2,01
		55	360,3	178,5	26,28	2,77	207,5	28,55	236,1	5,39	4,19	2,17	2,53	8,89	0,57	9,47	1,01
100		65	324,0	160,7	24,58	3,21	188,5	32,17	220,7	5,27	3,81	1,41	2,92	8,15	0,73	8,88	1,32
		75	295,8	146,9	23,20	3,66	173,8	35,63	209,4	5,16	3,52	0,98	3,30	7,80	0,90	8,70	1,65
		85	273,2	135,8	22,06	4,09	162,0	38,96	201,0	5,08	3,28	0,71	3,68	7,67	1,09	8,75	2,01
		95	254,5	126,7	21,10	4,52	152,3	42,19	194,5	5,00	3,08	0,54	4,04	7,66	1,28	8,93	2,39
		55	34,35	17,62	3,32	1,36	22,30	5,62	27,92	1,75	3,95	1,85	1,47	7,27	0,76	8,03	0,75
10	4	65	30,88	15,87	3,10	1,58	20,55	6,33	26,89	1,71	3,59	1,21	1,69	6,49	0,96	7,46	0,97
		75	28,20	14,51	2,93	1,80	19,24	7,02	26,25	1,67	3,31	0,84	1,91	6,07	1,19	7,25	1,22
		85	26,04	13,41	2,78	2,01	18,21	7,67	25,88	1,65	3,09	0,61	2,13	5,83	1,43	7,25	1,48
		95	24,26	12,51	2,66	2,22	17,40	8,31	25,70	1,62	2,90	0,46	2,34	5,70	1,68	7,38	1,76
20	4	55	76,01	40,04	6,54	1,75	48,33	11,66	59,99	2,68	4,66	1,92	1,81	8,39	0,89	9,28	0,65
		65	68,35	36,06	6,11	2,03	44,20	13,14	57,34	2,62	4,24	1,25	2,09	7,58	1,14	8,72	0,85
		75	62,40	32,97	5,77	2,31	41,05	14,55	55,60	2,57	3,91	0,87	2,36	7,14	1,40	8,54	1,06

		85	57,62	30,48	5,49	2,59	38,55	15,92	54,46	2,52	3,64	0,63	2,63	6,90	1,69	8,58	1,29
		95	53,69	28,42	5,25	2,86	36,53	17,23	53,76	2,48	3,42	0,48	2,89	6,78	1,98	8,77	1,53
40		55	144,7	75,90	11,70	2,11	89,71	19,31	109,0	3,97	4,66	1,83	2,10	8,59	0,85	9,44	0,73
		65	130,1	68,35	10,94	2,45	81,74	21,75	103,5	3,88	4,24	1,19	2,42	7,85	1,08	8,94	0,95
		75	118,8	62,48	10,33	2,78	75,60	24,10	99,69	3,80	3,91	0,83	2,73	7,47	1,34	8,81	1,19
		85	109,7	57,76	9,82	3,12	70,70	26,35	97,05	3,74	3,64	0,60	3,04	7,29	1,60	8,89	1,44
		95	102,2	53,87	9,39	3,44	66,71	28,53	95,24	3,68	3,42	0,45	3,35	7,22	1,89	9,11	1,72
		55	196,7	101,4	15,75	2,28	119,5	23,35	142,8	4,92	4,33	1,70	2,22	8,25	0,75	9,00	0,88
60		65	176,9	91,34	14,72	2,65	108,7	26,32	135,0	4,81	3,94	1,11	2,56	7,61	0,95	8,56	1,14
		75	161,5	83,50	13,90	3,01	100,4	29,15	129,6	4,72	3,63	0,77	2,90	7,29	1,18	8,47	1,42
		85	149,1	77,20	13,22	3,37	93,79	31,88	125,7	4,64	3,38	0,56	3,22	7,16	1,41	8,58	1,73
		95	138,9	72,00	12,64	3,72	88,36	34,51	122,9	4,57	3,17	0,42	3,55	7,14	1,66	8,80	2,06
		55	237,0	120,0	19,06	2,38	141,4	25,51	167,0	5,70	3,96	1,59	2,28	7,84	0,65	8,49	1,05
80		65	213,1	108,1	17,82	2,76	128,7	28,74	157,4	5,57	3,61	1,04	2,63	7,28	0,83	8,11	1,37
		75	194,6	98,79	16,82	3,14	118,8	31,84	150,6	5,46	3,32	0,72	2,98	7,02	1,03	8,05	1,71
		85	179,7	91,34	16,00	3,52	110,8	34,82	145,7	5,37	3,10	0,52	3,31	6,93	1,23	8,17	2,08
		95	167,4	85,18	15,30	3,89	104,4	37,70	142,1	5,29	2,91	0,39	3,65	6,95	1,45	8,40	2,47
		55	269,0	133,8	21,85	2,44	158,1	26,60	184,7	6,36	3,63	1,50	2,31	7,44	0,57	8,01	1,25
100		65	241,9	120,5	20,43	2,83	143,8	29,97	173,7	6,22	3,30	0,98	2,67	6,95	0,73	7,68	1,62
		75	220,9	110,2	19,29	3,22	132,7	33,20	165,9	6,09	3,05	0,68	3,02	6,74	0,90	7,64	2,03
		85	203,9	101,8	18,34	3,60	123,8	36,30	160,1	5,99	2,84	0,49	3,36	6,69	1,08	7,77	2,47
		95	190,0	94,98	17,54	3,98	116,5	39,31	155,8	5,90	2,66	0,37	3,70	6,73	1,27	8,00	2,94
		55	23,20	11,97	2,59	1,15	15,71	4,75	20,46	1,92	3,05	1,12	1,28	5,45	0,68	6,13	0,81
10	5	65	20,86	10,78	2,42	1,33	14,53	5,35	19,89	1,87	2,77	0,73	1,47	4,98	0,86	5,84	1,05
		75	19,04	9,86	2,29	1,52	13,66	5,93	19,58	1,84	2,56	0,51	1,67	4,73	1,06	5,80	1,31
		85	17,58	9,11	2,17	1,70	12,98	6,48	19,46	1,81	2,38	0,37	1,86	4,61	1,28	5,88	1,59
		95	16,38	8,50	2,08	1,88	12,45	7,02	19,47	1,78	2,24	0,28	2,04	4,56	1,50	6,06	1,90
20		55	51,34	27,20	5,10	1,47	33,77	9,85	43,62	2,94	3,60	1,17	1,57	6,34	0,80	7,13	0,70
	65	46,16	24,49	4,77	1,71	30,98	11,10	42,08	2,87	3,27	0,76	1,82	5,85	1,02	6,87	0,91	
	75	42,14	22,39	4,50	1,95	28,84	12,30	41,14	2,81	3,02	0,53	2,06	5,60	1,26	6,85	1,14	

		85	38,92	20,70	4,28	2,18	27,16	13,45	40,61	2,77	2,81	0,38	2,29	5,48	1,51	6,99	1,39
		95	36,26	19,31	4,09	2,41	25,81	14,56	40,37	2,72	2,64	0,29	2,52	5,44	1,77	7,22	1,65
40		55	97,74	51,55	9,13	1,78	62,46	16,31	78,77	4,36	3,60	1,11	1,82	6,53	0,76	7,29	0,79
		65	87,88	46,42	8,54	2,06	57,03	18,38	75,41	4,26	3,27	0,72	2,11	6,10	0,97	7,07	1,02
		75	80,23	42,44	8,06	2,35	52,85	20,36	73,20	4,17	3,02	0,50	2,38	5,90	1,20	7,10	1,28
		85	74,09	39,24	7,67	2,63	49,53	22,26	71,79	4,10	2,81	0,36	2,65	5,83	1,44	7,26	1,55
		95	69,03	36,59	7,33	2,90	46,83	24,10	70,93	4,04	2,64	0,27	2,92	5,83	1,69	7,52	1,85
		55	132,8	68,90	12,29	1,92	83,10	19,73	102,8	5,40	3,34	1,03	1,93	6,30	0,67	6,97	0,94
60		65	119,4	62,04	11,49	2,23	75,77	22,23	98,00	5,28	3,04	0,67	2,23	5,94	0,85	6,79	1,23
		75	109,0	56,72	10,85	2,54	70,10	24,63	94,73	5,18	2,80	0,47	2,52	5,79	1,05	6,84	1,53
		85	100,7	52,44	10,31	2,84	65,59	26,93	92,52	5,09	2,61	0,34	2,81	5,76	1,26	7,02	1,87
		95	93,8	48,90	9,86	3,14	61,91	29,16	91,06	5,01	2,45	0,26	3,09	5,79	1,49	7,28	2,22
		55	160,1	81,51	14,87	2,00	98,39	21,55	119,9	6,25	3,06	0,97	1,99	6,01	0,58	6,59	1,13
80		65	143,9	73,40	13,91	2,33	89,64	24,28	113,9	6,11	2,78	0,63	2,29	5,71	0,75	6,45	1,47
		75	131,4	67,10	13,13	2,65	82,88	26,90	109,8	5,99	2,57	0,44	2,59	5,59	0,92	6,51	1,84
		85	121,3	62,04	12,48	2,96	77,49	29,42	106,9	5,89	2,39	0,32	2,89	5,59	1,10	6,70	2,24
		95	113,0	57,86	11,94	3,28	73,07	31,85	104,9	5,80	2,24	0,24	3,18	5,66	1,30	6,96	2,66
		55	181,7	90,89	17,05	2,05	110,0	22,47	132,5	6,98	2,80	0,91	2,01	5,72	0,51	6,24	1,34
100		65	163,4	81,85	15,94	2,39	100,2	25,32	125,5	6,82	2,55	0,59	2,32	5,47	0,65	6,12	1,74
		75	149,2	74,83	15,05	2,72	92,59	28,05	120,6	6,69	2,35	0,41	2,63	5,39	0,81	6,20	2,18
		85	137,7	69,18	14,31	3,04	86,53	30,67	117,2	6,57	2,19	0,30	2,93	5,42	0,97	6,38	2,66
		95	128,3	64,52	13,69	3,36	81,56	33,21	114,8	6,47	2,06	0,22	3,22	5,50	1,14	6,64	3,16

## Приложение 6

Возрастная динамика фитомассы и ЧПП осинников по зональным поясам с учетом степени континентальности климата Евразии

А, лет	Но ме р по яса	Ин- декс кон- ти- нен- таль но- сти	N, тыс. /га	Запас M, м3/га	Фракции фитомассы						Фракции ЧПП							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	2	55	1,974	616,8	208,2	8,65	2,14	219,0	28,28	247,3	0,19	21,31	5,50	1,77	28,58	5,89	34,48	0,11
		65	3,492	289,1	103,1	7,05	2,64	112,8	27,42	140,2	0,46	12,33	3,08	2,36	17,77	5,71	23,48	0,23
		75	5,692	151,1	56,49	5,92	2,89	65,3	22,42	87,7	0,92	7,72	1,87	2,75	12,34	4,68	17,02	0,40
		85	8,728	85,6	33,37	5,08	2,93	41,4	16,47	57,8	1,58	5,12	1,21	2,94	9,28	3,44	12,72	0,63
		95	12,76	51,7	20,90	4,44	2,80	28,1	11,29	39,4	2,44	3,56	0,82	2,97	7,35	2,37	9,71	0,90
20	2	55	0,793	1127,9	414,8	14,28	1,53	430,6	27,00	457,6	0,13	24,19	5,01	1,25	30,45	3,11	33,56	0,09
		65	1,402	528,7	205,4	11,64	2,13	219,2	32,32	251,5	0,38	14,00	2,81	1,86	18,67	3,72	22,39	0,20
		75	2,286	276,3	112,5	9,78	2,59	124,9	31,64	156,5	0,85	8,76	1,71	2,41	12,88	3,64	16,52	0,40
		85	3,505	156,6	66,47	8,39	2,87	77,7	27,21	104,9	1,64	5,81	1,10	2,82	9,74	3,14	12,87	0,69
		95	5,124	94,6	41,64	7,32	2,97	51,9	21,45	73,4	2,81	4,04	0,75	3,07	7,86	2,48	10,34	1,07
40	2	55	0,318	1781,6	674,2	21,55	1,20	696,9	21,26	718,2	0,10	22,27	4,16	0,95	27,38	1,36	28,74	0,07
		65	0,563	835,1	333,9	17,57	1,85	353,3	30,34	383,7	0,33	12,89	2,33	1,59	16,80	1,93	18,73	0,20
		75	0,918	436,4	182,9	14,75	2,46	200,1	34,55	234,7	0,85	8,07	1,42	2,24	11,72	2,20	13,92	0,43
		85	1,408	247,4	108,0	12,66	2,95	123,7	33,91	157,6	1,83	5,35	0,92	2,83	9,10	2,16	11,26	0,80
		95	2,058	149,4	67,68	11,05	3,29	82,0	30,07	112,1	3,48	3,72	0,62	3,31	7,66	1,92	9,57	1,36
60	2	55	0,187	2174,8	815,1	26,29	1,09	842,5	17,33	859,8	0,09	19,26	3,57	0,86	23,69	0,78	24,47	0,07
		65	0,330	1019,4	403,7	21,44	1,78	426,9	27,00	453,9	0,31	11,15	2,00	1,51	14,65	1,22	15,87	0,19

		75	0,538	532,7	221,1	18,00	2,49	241,6	33,13	274,8	0,87	6,98	1,21	2,23	10,42	1,49	11,91	0,45
		85	0,825	301,9	130,6	15,45	3,11	149,2	34,72	183,9	2,02	4,63	0,79	2,94	8,36	1,56	9,92	0,90
		95	1,207	182,3	81,83	13,49	3,59	98,9	32,62	131,5	4,06	3,22	0,53	3,57	7,32	1,47	8,79	1,61
80		55	0,128	2430,3	894,1	29,72	1,05	924,9	14,67	939,5	0,08	16,64	3,14	0,82	20,59	0,52	21,11	0,07
		65	0,226	1139,2	442,8	24,23	1,78	468,8	24,15	493,0	0,31	9,63	1,76	1,49	12,87	0,85	13,72	0,20
		75	0,369	595,3	242,6	20,35	2,56	265,5	31,06	296,5	0,91	6,03	1,07	2,27	9,36	1,10	10,46	0,48
		85	0,565	337,4	143,3	17,46	3,28	164,0	33,91	197,9	2,20	4,00	0,69	3,07	7,76	1,19	8,96	1,00
		95	0,826	203,7	89,75	15,25	3,88	108,9	33,05	141,9	4,61	2,78	0,47	3,82	7,06	1,16	8,23	1,83
		55	0,095	2603,3	937,7	32,33	1,03	971,0	12,76	983,8	0,08	14,49	2,81	0,80	18,10	0,37	18,47	0,06
100		65	0,169	1220,3	464,4	26,37	1,80	492,6	21,82	514,4	0,31	8,38	1,57	1,49	11,45	0,64	12,09	0,20
		75	0,275	637,6	254,4	22,14	2,64	279,2	29,01	308,2	0,94	5,25	0,96	2,33	8,53	0,85	9,38	0,50
		85	0,421	361,4	150,3	19,00	3,46	172,7	32,60	205,3	2,36	3,48	0,62	3,21	7,32	0,95	8,27	1,08
		95	0,616	218,2	94,13	16,59	4,17	114,9	32,60	147,5	5,13	2,42	0,42	4,06	6,90	0,95	7,85	2,04
10		55	1,693	421,8	155,2	10,00	2,64	167,8	32,32	200,1	0,32	17,96	6,22	2,22	26,40	6,35	32,75	0,17
		65	2,995	197,7	76,84	8,15	3,17	88,2	29,03	117,2	0,80	10,39	3,48	2,87	16,74	5,71	22,45	0,35
		75	4,882	103,3	42,09	6,85	3,39	52,3	22,23	74,6	1,63	6,50	2,12	3,27	11,89	4,38	16,27	0,63
		85	7,486	58,6	24,87	5,88	3,36	34,1	15,42	49,5	2,86	4,32	1,37	3,43	9,12	3,04	12,16	1,01
		95	10,95	35,4	15,58	5,13	3,15	23,9	10,04	33,9	4,51	3,00	0,93	3,40	7,33	1,99	9,31	1,47
20	3	55	0,680	771,4	309,1	16,51	1,91	327,5	32,50	360,0	0,22	20,39	5,66	1,58	27,63	3,53	31,16	0,13
		65	1,203	361,6	153,1	13,47	2,59	169,1	36,02	205,2	0,63	11,80	3,17	2,30	17,27	3,91	21,18	0,31
		75	1,961	189,0	83,86	11,31	3,08	98,2	33,03	131,3	1,45	7,38	1,93	2,90	12,22	3,59	15,80	0,61
		85	3,006	107,1	49,54	9,70	3,33	62,6	26,82	89,4	2,86	4,90	1,25	3,33	9,48	2,92	12,40	1,07
40		95	4,395	64,7	31,03	8,47	3,40	42,9	20,09	63,0	4,98	3,40	0,85	3,57	7,82	2,19	10,01	1,70
		55	0,273	1218,5	502,4	24,92	1,50	528,8	26,48	555,3	0,16	18,77	4,70	1,22	24,69	1,59	26,28	0,10
		65	0,483	571,2	248,8	20,32	2,27	271,4	35,01	306,4	0,53	10,86	2,63	1,97	15,46	2,10	17,57	0,28
		75	0,787	298,5	136,3	17,06	2,94	156,3	37,33	193,6	1,39	6,80	1,60	2,72	11,12	2,24	13,36	0,63
		85	1,207	169,2	80,52	14,64	3,46	98,6	34,59	133,2	3,06	4,51	1,04	3,37	8,92	2,08	11,00	1,21
60		95	1,765	102,2	50,43	12,78	3,78	67,0	29,15	96,1	5,91	3,14	0,70	3,87	7,71	1,75	9,46	2,08
		55	0,160	1487,4	607,4	30,41	1,37	639,2	21,86	661,1	0,13	16,23	4,03	1,10	21,36	0,93	22,30	0,09
		65	0,283	697,2	300,8	24,80	2,18	327,8	31,54	359,4	0,49	9,39	2,26	1,87	13,52	1,34	14,86	0,28

		75	0,462	364,3	164,8	20,82	2,97	188,6	36,24	224,8	1,40	5,88	1,37	2,71	9,96	1,54	11,50	0,66
		85	0,708	206,5	97,35	17,87	3,64	118,9	35,85	154,7	3,29	3,90	0,89	3,50	8,29	1,52	9,81	1,34
		95	1,035	124,7	60,98	15,60	4,13	80,7	32,02	112,7	6,74	2,71	0,60	4,16	7,48	1,36	8,84	2,41
80		55	0,110	1662,1	666,3	34,37	1,32	702,0	18,60	720,6	0,12	14,02	3,55	1,04	18,61	0,62	19,23	0,09
		65	0,194	779,1	330,0	28,03	2,17	360,2	28,35	388,5	0,47	8,11	1,99	1,84	11,94	0,94	12,89	0,28
		75	0,316	407,1	180,8	23,53	3,05	207,3	34,14	241,5	1,42	5,08	1,21	2,75	9,04	1,14	10,17	0,69
		85	0,485	230,8	106,8	20,20	3,84	130,8	35,20	166,0	3,52	3,37	0,78	3,65	7,80	1,17	8,97	1,45
		95	0,709	139,3	66,9	17,63	4,46	89,0	32,60	121,6	7,52	2,34	0,53	4,45	7,32	1,08	8,41	2,71
100		55	0,082	1780,5	698,7	37,39	1,29	737,4	16,20	753,6	0,11	12,21	3,18	1,02	16,40	0,45	16,85	0,09
		65	0,145	834,6	346,1	30,49	2,19	378,8	25,67	404,4	0,47	7,07	1,78	1,85	10,69	0,71	11,40	0,28
		75	0,236	436,1	189,6	25,60	3,15	218,3	31,95	250,3	1,46	4,42	1,08	2,82	8,32	0,88	9,20	0,72
		85	0,361	247,2	112,0	21,97	4,04	138,0	33,90	171,9	3,74	2,94	0,70	3,81	7,45	0,93	8,38	1,55
10	4	95	0,528	149,3	70,14	19,18	4,78	94,1	32,22	126,3	8,25	2,04	0,48	4,73	7,24	0,89	8,13	2,99
		55	1,518	322,2	121,6	10,18	3,02	134,8	34,53	169,4	0,47	15,04	5,54	2,50	23,08	6,79	29,87	0,23
		65	2,686	151,0	60,24	8,31	3,56	72,1	29,37	101,5	1,19	8,70	3,10	3,17	14,98	5,78	20,76	0,49
		75	4,378	78,9	33,00	6,97	3,74	43,7	21,46	65,2	2,45	5,45	1,89	3,56	10,89	4,23	15,12	0,90
		85	6,714	44,7	19,49	5,98	3,65	29,1	14,29	43,4	4,35	3,62	1,22	3,68	8,52	2,83	11,34	1,44
20	4	95	9,816	27,0	12,21	5,22	3,39	20,8	8,98	29,8	6,93	2,51	0,83	3,60	6,94	1,78	8,72	2,11
		55	0,610	589,2	242,3	16,82	2,21	261,3	36,01	297,3	0,30	17,08	5,05	1,80	23,92	3,92	27,84	0,17
		65	1,079	276,2	120,0	13,72	2,94	136,7	37,80	174,5	0,90	9,88	2,82	2,57	15,27	4,11	19,38	0,42
		75	1,758	144,3	65,74	11,52	3,43	80,7	33,08	113,8	2,11	6,18	1,72	3,19	11,09	3,60	14,69	0,85
		85	2,696	81,8	38,83	9,88	3,66	52,4	25,79	78,2	4,21	4,11	1,11	3,60	8,82	2,81	11,63	1,49
40	4	95	3,942	49,4	24,32	8,63	3,68	36,6	18,63	55,3	7,44	2,85	0,76	3,81	7,42	2,03	9,46	2,39
		55	0,245	930,6	393,8	25,39	1,75	421,0	30,07	451,0	0,21	15,72	4,18	1,39	21,30	1,81	23,11	0,14
		65	0,433	436,2	195,1	20,70	2,58	218,3	37,65	256,0	0,73	9,10	2,34	2,21	13,65	2,26	15,91	0,38
		75	0,706	227,9	106,9	17,38	3,30	127,5	38,32	165,8	1,96	5,70	1,42	3,00	10,12	2,30	12,42	0,85
		85	1,083	129,2	63,12	14,92	3,81	81,8	34,09	115,9	4,39	3,78	0,92	3,66	8,37	2,05	10,42	1,65
60	4	95	1,583	78,0	39,54	13,02	4,11	56,7	27,70	84,4	8,57	2,63	0,63	4,16	7,41	1,67	9,08	2,86
		55	0,144	1136,0	476,2	30,97	1,59	508,7	25,04	533,8	0,18	13,60	3,59	1,25	18,44	1,07	19,51	0,12
		65	0,254	532,5	235,8	25,26	2,49	263,6	34,21	297,8	0,67	7,87	2,01	2,10	11,98	1,46	13,44	0,36



		75	0,414	278,2	129,2	21,21	3,33	153,7	37,53	191,3	1,94	4,93	1,22	2,99	9,14	1,60	10,73	0,87
		85	0,635	157,7	76,31	18,20	4,02	98,5	35,64	134,2	4,64	3,27	0,79	3,80	7,86	1,52	9,38	1,79
		95	0,928	95,2	47,80	15,89	4,50	68,2	30,70	98,9	9,62	2,27	0,54	4,47	7,28	1,31	8,59	3,26
80		55	0,098	1269,4	522,3	35,01	1,53	558,8	21,38	580,2	0,16	11,75	3,16	1,19	16,10	0,71	16,81	0,11
		65	0,174	595,0	258,7	28,55	2,47	289,7	30,86	320,6	0,64	6,80	1,77	2,07	10,63	1,03	11,66	0,36
		75	0,284	310,9	141,7	23,97	3,42	169,1	35,48	204,6	1,96	4,25	1,08	3,03	8,36	1,18	9,55	0,90
		85	0,435	176,3	83,71	20,57	4,23	108,5	35,12	143,6	4,90	2,82	0,70	3,97	7,49	1,17	8,66	1,92
		95	0,636	106,4	52,43	17,96	4,85	75,2	31,37	106,6	10,6	1,96	0,47	4,78	7,21	1,05	8,26	3,63
		55	0,073	1359,8	547,8	38,09	1,50	587,4	18,65	606,0	0,15	10,23	2,83	1,16	14,22	0,52	14,73	0,11
100		65	0,130	637,4	271,3	31,06	2,49	304,9	27,98	332,8	0,62	5,92	1,58	2,07	9,57	0,77	10,34	0,36
		75	0,211	333,1	148,6	26,08	3,52	178,2	33,25	211,5	1,98	3,70	0,96	3,10	7,77	0,92	8,69	0,93
		85	0,324	188,8	87,79	22,38	4,45	114,6	33,87	148,5	5,16	2,46	0,62	4,14	7,22	0,93	8,15	2,05
		95	0,474	114,0	54,99	19,54	5,20	79,7	31,04	110,8	11,5	1,71	0,42	5,07	7,20	0,85	8,06	3,97
10		55	1,395	261,4	98,72	9,84	3,33	111,9	35,74	147,6	0,62	12,70	4,51	2,69	19,89	7,20	27,10	0,29
		65	2,468	122,5	48,89	8,03	3,87	60,8	29,15	89,9	1,60	7,35	2,52	3,36	13,23	5,88	19,11	0,64
		75	4,024	64,0	26,78	6,74	4,01	37,5	20,55	58,1	3,34	4,60	1,54	3,72	9,85	4,15	14,00	1,18
		85	6,170	36,3	15,82	5,78	3,87	25,5	13,26	38,7	6,00	3,05	0,99	3,80	7,85	2,69	10,53	1,91
		95	9,021	21,9	9,91	5,05	3,55	18,5	8,10	26,6	9,66	2,12	0,68	3,68	6,47	1,65	8,12	2,83
20	5	55	0,560	478,0	196,7	16,26	2,46	215,4	38,35	253,7	0,40	14,42	4,11	1,95	20,47	4,27	24,74	0,22
		65	0,991	224,1	97,40	13,26	3,22	113,9	38,60	152,5	1,19	8,34	2,30	2,74	13,38	4,30	17,68	0,54
		75	1,616	117,1	53,36	11,13	3,70	68,2	32,58	100,8	2,82	5,22	1,40	3,36	9,98	3,63	13,61	1,10
		85	2,478	66,4	31,52	9,55	3,91	45,0	24,61	69,6	5,69	3,47	0,91	3,75	8,12	2,75	10,87	1,95
		95	3,623	40,1	19,74	8,34	3,89	32,0	17,29	49,3	10,1	2,41	0,62	3,93	6,95	1,94	8,89	3,14
40		55	0,225	755,0	319,7	24,54	1,95	346,1	32,64	378,8	0,27	13,28	3,41	1,51	18,19	2,01	20,21	0,17
		65	0,398	353,9	158,3	20,01	2,83	181,2	39,18	220,3	0,94	7,68	1,91	2,36	11,95	2,42	14,36	0,47
		75	0,649	184,9	86,73	16,80	3,57	107,1	38,46	145,6	2,56	4,81	1,16	3,17	9,13	2,37	11,50	1,08
		85	0,995	104,8	51,23	14,42	4,09	69,7	33,16	102,9	5,78	3,19	0,75	3,83	7,77	2,05	9,81	2,11
		95	1,455	63,3	32,09	12,59	4,36	49,0	26,20	75,2	11,4	2,22	0,51	4,30	7,02	1,62	8,64	3,69
60		55	0,132	921,7	386,5	29,94	1,78	418,2	27,36	445,6	0,22	11,48	2,92	1,36	15,77	1,20	16,96	0,15
		65	0,233	432,0	191,4	24,41	2,73	218,6	35,84	254,4	0,85	6,64	1,64	2,25	10,53	1,56	12,09	0,45

		75	0,381	225,8	104,9	20,50	3,61	129,0	37,92	166,9	2,50	4,16	1,00	3,16	8,31	1,65	9,96	1,10
		85	0,584	128,0	61,94	17,59	4,30	83,8	34,90	118,7	6,04	2,76	0,64	3,97	7,38	1,52	8,90	2,27
		95	0,853	77,3	38,80	15,36	4,77	58,9	29,22	88,1	12,6	1,92	0,44	4,63	6,98	1,28	8,26	4,17
80		55	0,090	1029,9	423,9	33,84	1,70	459,5	23,43	482,9	0,20	9,92	2,57	1,29	13,78	0,80	14,58	0,14
		65	0,160	482,8	210,0	27,59	2,71	240,3	32,43	272,7	0,81	5,74	1,44	2,21	9,39	1,11	10,50	0,44
		75	0,261	252,3	115,0	23,17	3,70	141,9	35,96	177,8	2,50	3,59	0,88	3,20	7,67	1,23	8,90	1,12
		85	0,400	143,0	67,94	19,88	4,53	92,4	34,48	126,8	6,32	2,38	0,57	4,14	7,09	1,18	8,27	2,42
		95	0,584	86,3	42,56	17,36	5,15	65,1	29,95	95,0	13,8	1,66	0,39	4,94	6,98	1,02	8,00	4,60
		55	0,067	1103,3	444,6	36,81	1,67	483,1	20,47	503,5	0,18	8,63	2,30	1,26	12,20	0,58	12,78	0,13
100		65	0,119	517,2	220,2	30,02	2,73	253,0	29,44	282,4	0,78	5,00	1,29	2,21	8,49	0,83	9,33	0,44
		75	0,194	270,2	120,6	25,20	3,81	149,6	33,74	183,4	2,51	3,13	0,78	3,27	7,18	0,95	8,13	1,15
		85	0,298	153,2	71,25	21,63	4,76	97,6	33,30	130,9	6,60	2,08	0,51	4,31	6,90	0,94	7,84	2,56
		95	0,436	92,5	44,63	18,88	5,50	69,0	29,67	98,7	14,9	1,44	0,34	5,23	7,02	0,84	7,86	5,00

## Приложение 7

Возрастная динамика фитомассы и ЧПП дубняков по зональным поясам с учетом степени континентальности климата Евразии

А, лет	Номер пояса	Индекс континентальности	N	Запас М, м3/га	Фракции фитомассы						Фракции ЧПП							
					Ps	Pb	Pf	Pa	Pr	Pt	Pu	Zs	Zb	Zf	Za	Zr	Zt	Zu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	2	55	12,50	162,6	98,55	5,39	0,91	104,9	21,38	126,2	32,29	15,29	2,47	0,82	18,58	4,32	22,90	2,19
		65	13,60	101,7	58,72	4,14	1,16	64,0	17,22	81,2	15,38	10,92	1,39	1,09	13,40	3,44	16,84	1,87
		75	14,62	68,0	37,68	3,30	1,42	42,4	14,31	56,7	8,14	8,19	0,85	1,39	10,43	2,83	13,26	1,63
		85	15,57	47,8	25,56	2,71	1,70	30,0	12,17	42,1	4,67	6,37	0,56	1,71	8,64	2,38	11,02	1,44

		95	16,47	35,0	18,11	2,27	2,00	22,4	10,54	32,9	2,85	5,09	0,38	2,07	7,54	2,05	9,58	1,30
20		55	3,367	302,4	177,9	13,47	1,12	192,5	27,28	219,8	36,37	11,60	3,56	0,98	16,14	3,02	19,16	2,34
		65	3,663	189,0	106,0	10,34	1,42	117,8	21,98	139,7	17,32	8,29	2,01	1,30	11,60	2,40	14,00	2,00
		75	3,937	126,4	68,02	8,24	1,74	78,0	18,26	96,3	9,17	6,21	1,23	1,66	9,10	1,98	11,08	1,74
		85	4,194	88,9	46,14	6,76	2,08	55,0	15,53	70,5	5,26	4,83	0,80	2,05	7,68	1,67	9,34	1,54
		95	4,436	65,0	32,68	5,67	2,44	40,8	13,45	54,2	3,21	3,86	0,55	2,47	6,88	1,43	8,31	1,39
40		55	1,136	563,8	324,9	29,09	1,40	355,4	37,29	392,7	42,79	9,99	4,38	1,20	15,57	2,27	17,84	2,59
		65	1,236	352,4	193,6	22,33	1,77	217,7	30,04	247,7	20,38	7,14	2,47	1,59	11,20	1,81	13,00	2,21
		75	1,329	235,6	124,2	17,81	2,17	144,2	24,96	169,2	10,79	5,35	1,51	2,02	8,89	1,49	10,37	1,92
		85	1,415	165,7	84,27	14,61	2,60	101,5	21,23	122,7	6,19	4,16	0,98	2,49	7,64	1,25	8,89	1,71
		95	1,497	121,2	59,69	12,25	3,05	75,0	18,38	93,4	3,78	3,33	0,67	3,01	7,01	1,08	8,09	1,53
60		55	0,668	812,7	464,6	42,67	1,60	508,9	46,22	555,1	48,04	9,72	4,60	1,36	15,67	1,99	17,66	2,79
		65	0,727	508,0	276,8	32,75	2,04	311,6	37,23	348,8	22,88	6,94	2,59	1,80	11,33	1,58	12,91	2,38
		75	0,781	339,6	177,6	26,11	2,50	206,2	30,94	237,2	12,12	5,21	1,59	2,29	9,08	1,30	10,38	2,07
		85	0,832	238,8	120,5	21,42	2,99	144,9	26,31	171,2	6,95	4,05	1,03	2,83	7,91	1,10	9,00	1,84
		95	0,881	174,7	85,36	17,96	3,50	106,8	22,79	129,6	4,24	3,24	0,71	3,41	7,35	0,94	8,29	1,65
80		55	0,481	1054	600,3	54,32	1,78	656,4	54,60	711,0	52,62	9,78	4,61	1,49	15,87	1,83	17,71	2,96
		65	0,523	658,9	357,7	41,70	2,26	401,6	43,99	445,6	25,06	6,99	2,60	1,97	11,56	1,46	13,02	2,52
		75	0,562	440,6	229,5	33,25	2,77	265,5	36,55	302,1	13,27	5,24	1,59	2,51	9,34	1,20	10,54	2,20
		85	0,599	309,8	155,7	27,27	3,31	186,3	31,09	217,4	7,61	4,07	1,04	3,11	8,21	1,01	9,22	1,95
		95	0,633	226,6	110,3	22,87	3,88	137,0	26,92	164,0	4,65	3,26	0,71	3,75	7,71	0,87	8,58	1,75
100		55	0,382	1290	733,3	64,39	1,93	799,6	62,65	862,3	56,77	9,98	4,53	1,60	16,11	1,74	17,85	3,11
		65	0,416	806,5	436,9	49,43	2,45	488,8	50,47	539,2	27,03	7,13	2,56	2,13	11,81	1,38	13,19	2,65
		75	0,447	539,2	280,4	39,41	3,00	322,8	41,94	364,7	14,32	5,34	1,56	2,71	9,62	1,14	10,75	2,31
		85	0,476	379,2	190,2	32,33	3,59	226,1	35,67	261,8	8,21	4,15	1,02	3,35	8,52	0,96	9,48	2,05
		95	0,504	277,3	134,7	27,11	4,21	166,0	30,89	196,9	5,01	3,32	0,70	4,04	8,06	0,82	8,88	1,84
120		55	0,322	1522	864,3	73,17	2,06	939,6	70,47	1010	60,60	10,24	4,41	1,71	16,36	1,67	18,03	3,25
		65	0,351	951,6	514,9	56,17	2,62	573,7	56,77	630,5	28,86	7,32	2,49	2,27	12,07	1,33	13,40	2,77
		75	0,377	636,2	330,4	44,79	3,22	378,4	47,17	425,6	15,29	5,49	1,52	2,88	9,89	1,09	10,99	2,42
		85	0,402	447,4	224,2	36,74	3,85	264,8	40,12	304,9	8,77	4,26	0,99	3,56	8,82	0,92	9,74	2,14

		95	0,425	327,2	158,8	30,81	4,51	194,1	34,74	228,9	5,35	3,41	0,68	4,30	8,39	0,79	9,18	1,93
140		55	0,283	1751	993,8	80,88	2,19	1077	78,12	1155	64,19	10,54	4,28	1,80	16,62	1,63	18,25	3,38
		65	0,308	1094	592,1	62,09	2,78	657,0	62,94	719,9	30,57	7,53	2,41	2,39	12,34	1,29	13,63	2,88
		75	0,331	731,8	380,0	49,50	3,41	432,9	52,30	485,2	16,19	5,65	1,48	3,05	10,17	1,06	11,23	2,51
		85	0,352	514,6	257,8	40,61	4,08	302,4	44,48	346,9	9,29	4,39	0,96	3,76	9,11	0,90	10,01	2,23
		95	0,373	376,4	182,6	34,05	4,78	221,4	38,52	259,9	5,67	3,51	0,66	4,54	8,71	0,77	9,48	2,00
160		55	0,255	1977	1122	87,70	2,30	1212	85,66	1298	67,60	10,86	4,14	1,89	16,90	1,59	18,49	3,50
		65	0,277	1236	668,5	67,32	2,93	738,8	69,01	807,8	32,19	7,76	2,34	2,51	12,61	1,27	13,87	2,98
		75	0,298	826,2	429,0	53,68	3,59	486,3	57,35	543,6	17,05	5,82	1,43	3,19	10,45	1,04	11,49	2,60
		85	0,317	581,0	291,0	44,03	4,30	339,4	48,77	388,1	9,78	4,52	0,93	3,95	9,40	0,88	10,28	2,31
		95	0,336	424,9	206,2	36,92	5,04	248,1	42,24	290,4	5,97	3,62	0,64	4,76	9,02	0,75	9,77	2,08
180		55	0,234	2201	1249	93,77	2,41	1346	93,11	1439	70,85	11,20	4,01	1,97	17,18	1,56	18,74	3,61
		65	0,254	1375	744,4	71,98	3,06	819,4	75,01	894,4	33,74	8,00	2,26	2,62	12,88	1,24	14,12	3,08
		75	0,273	919,7	477,7	57,39	3,76	538,8	62,33	601,2	17,87	6,00	1,38	3,33	10,72	1,02	11,74	2,69
		85	0,291	646,7	324,0	47,08	4,50	375,6	53,01	428,6	10,25	4,66	0,90	4,12	9,68	0,86	10,55	2,38
		95	0,308	473,0	229,5	39,48	5,27	274,3	45,91	320,2	6,25	3,73	0,62	4,97	9,31	0,74	10,06	2,14
200		55	0,218	2422	1376	99,20	2,52	1478	100,5	1578	73,96	11,55	3,87	2,05	17,47	1,54	19,01	3,72
		65	0,237	1514	819,7	76,15	3,20	899,1	80,96	980,0	35,22	8,25	2,18	2,72	13,16	1,23	14,38	3,17
		75	0,255	1012	526,0	60,72	3,92	590,6	67,27	657,9	18,66	6,19	1,34	3,47	10,99	1,01	12,00	2,77
		85	0,271	711,8	356,8	49,81	4,69	411,3	57,22	468,6	10,70	4,81	0,87	4,28	9,96	0,85	10,81	2,45
		95	0,287	520,6	252,8	41,77	5,50	300,0	49,55	349,6	6,53	3,84	0,59	5,17	9,61	0,73	10,34	2,21
10	3	55	12,43	109,1	74,64	5,75	1,35	81,7	20,93	102,7	14,82	11,68	2,51	1,20	15,39	3,88	19,27	1,37
		65	13,52	68,2	44,47	4,41	1,71	50,6	16,86	67,5	7,06	8,35	1,41	1,59	11,35	3,09	14,44	1,17
		75	14,53	45,6	28,53	3,52	2,10	34,2	14,01	48,2	3,74	6,26	0,87	2,02	9,15	2,54	11,69	1,02
		85	15,48	32,1	19,36	2,89	2,51	24,8	11,91	36,7	2,14	4,87	0,56	2,50	7,93	2,14	10,07	0,91
20	3	95	16,38	23,5	13,71	2,42	2,95	19,1	10,32	29,4	1,31	3,89	0,39	3,02	7,29	1,84	9,13	0,81
		55	3,348	202,9	134,7	14,37	1,65	150,8	26,70	177,4	16,69	8,86	3,61	1,43	13,91	2,72	16,62	1,47
		65	3,642	126,8	80,27	11,03	2,10	93,4	21,51	114,9	7,95	6,33	2,04	1,90	10,27	2,16	12,43	1,25
		75	3,915	84,8	51,51	8,79	2,57	62,9	17,87	80,7	4,21	4,75	1,25	2,42	8,41	1,78	10,19	1,09
		85	4,170	59,6	34,95	7,21	3,08	45,2	15,20	60,4	2,41	3,69	0,81	2,99	7,49	1,50	8,99	0,97

		95	4,411	43,6	24,75	6,05	3,61	34,4	13,16	47,6	1,47	2,95	0,55	3,60	7,11	1,29	8,40	0,87
40		55	1,130	378,3	246,1	31,03	2,06	279,2	36,49	315,6	19,64	7,64	4,45	1,75	13,83	2,04	15,87	1,62
		65	1,229	236,4	146,6	23,82	2,62	173,0	29,40	202,4	9,35	5,46	2,51	2,31	10,28	1,62	11,90	1,38
		75	1,321	158,1	94,07	18,99	3,21	116,3	24,43	140,7	4,95	4,09	1,54	2,95	8,58	1,34	9,91	1,21
		85	1,407	111,2	63,82	15,58	3,84	83,2	20,78	104,0	2,84	3,18	1,00	3,64	7,82	1,13	8,95	1,07
		95	1,489	81,3	45,21	13,06	4,50	62,8	17,99	80,8	1,73	2,54	0,68	4,39	7,62	0,97	8,59	0,96
60		55	0,664	545,4	351,9	45,50	2,37	399,8	45,24	445,0	22,05	7,43	4,67	1,98	14,07	1,79	15,86	1,75
		65	0,723	340,9	209,6	34,93	3,00	247,6	36,44	284,0	10,50	5,31	2,63	2,62	10,56	1,42	11,98	1,49
		75	0,777	227,9	134,5	27,85	3,69	166,1	30,28	196,4	5,56	3,98	1,61	3,34	8,93	1,17	10,10	1,30
		85	0,828	160,3	91,27	22,85	4,41	118,5	25,75	144,3	3,19	3,09	1,05	4,13	8,27	0,98	9,26	1,15
		95	0,876	117,2	64,65	19,16	5,17	89,0	22,30	111,3	1,95	2,47	0,72	4,98	8,17	0,85	9,02	1,04
80		55	0,478	707,4	454,6	57,94	2,62	515,2	53,44	568,6	24,15	7,47	4,68	2,17	14,32	1,65	15,97	1,86
		65	0,520	442,1	270,9	44,47	3,33	318,7	43,05	361,7	11,50	5,34	2,64	2,88	10,86	1,31	12,17	1,58
		75	0,559	295,6	173,8	35,46	4,08	213,4	35,78	249,1	6,09	4,00	1,62	3,67	9,29	1,08	10,37	1,38
		85	0,595	207,9	117,9	29,09	4,88	151,9	30,43	182,3	3,49	3,11	1,05	4,53	8,70	0,91	9,61	1,22
		95	0,630	152,0	83,53	24,39	5,73	113,6	26,35	140,0	2,13	2,49	0,72	5,47	8,68	0,78	9,46	1,10
100		55	0,380	865,8	555,4	68,68	2,84	626,9	61,32	688,2	26,05	7,62	4,60	2,34	14,56	1,56	16,13	1,95
		65	0,413	541,2	330,9	52,72	3,61	387,2	49,40	436,6	12,41	5,45	2,59	3,11	11,15	1,24	12,39	1,66
120		75	0,444	361,8	212,3	42,03	4,43	258,8	41,05	299,8	6,57	4,09	1,59	3,95	9,63	1,02	10,65	1,45
		85	0,473	254,4	144,0	34,48	5,30	183,8	34,91	218,7	3,77	3,18	1,03	4,89	9,10	0,86	9,96	1,29
		95	0,501	186,1	102,0	28,91	6,22	137,2	30,23	167,4	2,30	2,54	0,71	5,90	9,14	0,74	9,88	1,16
140		55	0,321	1021	654,6	78,04	3,04	735,7	68,97	804,6	27,81	7,83	4,48	2,49	14,80	1,50	16,30	2,04
		65	0,349	638,5	390,0	59,91	3,87	453,8	55,56	509,3	13,24	5,59	2,53	3,31	11,43	1,20	12,62	1,74
		75	0,375	426,9	250,3	47,76	4,75	302,8	46,17	348,9	7,02	4,19	1,55	4,21	9,95	0,98	10,93	1,52
		85	0,399	300,2	169,8	39,18	5,68	214,6	39,27	253,9	4,02	3,26	1,01	5,20	9,47	0,83	10,30	1,35
		95	0,422	219,6	120,3	32,86	6,65	159,8	34,00	193,8	2,46	2,61	0,69	6,28	9,57	0,71	10,28	1,21
140		55	0,281	1175	752,7	86,26	3,23	842,2	76,46	918,6	29,46	8,06	4,34	2,63	15,03	1,46	16,50	2,12
		65	0,306	734,4	448,4	66,22	4,10	518,7	61,60	580,3	14,03	5,76	2,45	3,49	11,70	1,16	12,86	1,81
		75	0,329	491,1	287,8	52,80	5,03	345,6	51,19	396,8	7,43	4,32	1,50	4,45	10,26	0,96	11,22	1,58
		85	0,350	345,3	195,2	43,31	6,02	244,5	43,53	288,1	4,26	3,36	0,98	5,49	9,82	0,81	10,63	1,40

		95	0,370	252,5	138,3	36,32	7,06	181,7	37,70	219,4	2,60	2,68	0,67	6,63	9,98	0,69	10,67	1,26
160		55	0,253	1328	849,8	93,53	3,40	946,8	83,84	1031	31,02	8,30	4,20	2,76	15,27	1,43	16,70	2,20
		65	0,275	829,2	506,3	71,80	4,32	582,4	67,54	650,0	14,77	5,93	2,37	3,66	11,97	1,14	13,10	1,87
		75	0,296	554,4	324,9	57,25	5,30	387,5	56,13	443,6	7,83	4,45	1,45	4,66	10,56	0,94	11,50	1,63
		85	0,315	389,9	220,4	46,96	6,34	273,7	47,74	321,4	4,49	3,46	0,95	5,76	10,17	0,79	10,95	1,45
		95	0,334	285,1	156,1	39,38	7,43	202,9	41,34	244,3	2,74	2,77	0,65	6,95	10,36	0,68	11,04	1,30
180		55	0,232	1477	946,2	100,0	3,56	1050	91,13	1141	32,51	8,56	4,07	2,88	15,51	1,41	16,91	2,27
		65	0,253	923,0	563,8	76,77	4,52	645,0	73,42	718,5	15,48	6,12	2,29	3,82	12,23	1,12	13,35	1,93
		75	0,272	617,1	361,8	61,21	5,55	428,5	61,01	489,5	8,20	4,59	1,40	4,87	10,86	0,92	11,78	1,69
		85	0,290	434,0	245,4	50,21	6,64	302,3	51,89	354,2	4,70	3,57	0,91	6,01	10,49	0,78	11,27	1,50
		95	0,306	317,4	173,8	42,11	7,78	223,7	44,93	268,7	2,87	2,85	0,62	7,26	10,73	0,67	11,40	1,34
200		55	0,217	1625	1042	105,8	3,71	1151	98,36	1250	33,94	8,82	3,93	3,00	15,75	1,39	17,14	2,34
		65	0,236	1016	620,8	81,22	4,72	706,7	79,24	786,0	16,16	6,31	2,22	3,97	12,50	1,10	13,60	1,99
		75	0,253	679,3	398,4	64,76	5,79	468,9	65,84	534,8	8,56	4,73	1,36	5,06	11,15	0,91	12,05	1,74
		85	0,270	477,7	270,3	53,12	6,92	330,3	56,00	386,3	4,91	3,68	0,88	6,25	10,81	0,76	11,57	1,54
		95	0,285	349,3	191,4	44,54	8,12	244,1	48,49	292,6	3,00	2,94	0,60	7,54	11,08	0,66	11,74	1,38
10		55	15,45	85,9	59,16	6,00	1,81	67,0	22,54	89,5	18,44	10,51	2,30	1,38	14,19	4,39	18,58	1,39
		65	16,81	53,7	35,25	4,61	2,29	42,1	18,16	60,3	8,78	7,51	1,30	1,82	10,63	3,49	14,13	1,19
		75	18,07	35,9	22,62	3,67	2,81	29,1	15,09	44,2	4,65	5,63	0,79	2,32	8,75	2,87	11,62	1,03
		85	19,24	25,2	15,34	3,01	3,37	21,7	12,84	34,6	2,67	4,38	0,52	2,87	7,77	2,42	10,18	0,92
		95	20,36	18,5	10,87	2,53	3,95	17,3	11,12	28,5	1,63	3,50	0,35	3,46	7,32	2,08	9,39	0,82
20	4	55	4,161	159,6	106,8	14,99	2,21	124,0	28,76	152,8	20,76	7,98	3,31	1,64	12,93	3,07	16,00	1,49
		65	4,527	99,8	63,63	11,51	2,81	77,9	23,17	101,1	9,89	5,70	1,87	2,18	9,75	2,44	12,19	1,27
		75	4,866	66,7	40,83	9,18	3,44	53,5	19,26	72,7	5,24	4,27	1,14	2,77	8,19	2,01	10,20	1,11
		85	5,184	46,9	27,70	7,53	4,12	39,3	16,38	55,7	3,00	3,32	0,74	3,43	7,49	1,69	9,19	0,98
		95	5,483	34,3	19,62	6,31	4,83	30,8	14,18	44,9	1,83	2,66	0,51	4,14	7,30	1,45	8,75	0,88
40		55	1,404	297,6	195,1	32,39	2,76	230,2	39,32	269,5	24,43	6,87	4,08	2,00	12,95	2,31	15,26	1,64
		65	1,528	186,0	116,2	24,86	3,50	144,6	31,67	176,2	11,64	4,91	2,30	2,66	9,87	1,84	11,70	1,40
		75	1,642	124,4	74,57	19,82	4,30	98,7	26,32	125,0	6,16	3,68	1,41	3,38	8,47	1,51	9,98	1,22
		85	1,749	87,5	50,59	16,26	5,14	72,0	22,39	94,4	3,54	2,86	0,92	4,18	7,96	1,27	9,23	1,08

		95	1,850	64,0	35,83	13,64	6,03	55,5	19,38	74,9	2,16	2,29	0,63	5,04	7,96	1,09	9,05	0,97
60		55	0,826	429,1	278,9	47,50	3,17	329,6	48,74	378,3	27,43	6,68	4,28	2,27	13,23	2,02	15,25	1,77
		65	0,899	268,2	166,2	36,46	4,02	206,7	39,26	245,9	13,06	4,77	2,41	3,01	10,20	1,61	11,81	1,51
		75	0,966	179,3	106,6	29,07	4,94	140,6	32,63	173,3	6,92	3,58	1,48	3,84	8,89	1,32	10,21	1,32
		85	1,029	126,1	72,34	23,85	5,90	102,1	27,75	129,8	3,97	2,78	0,96	4,74	8,48	1,11	9,60	1,17
		95	1,088	92,2	51,24	20,00	6,92	78,2	24,03	102,2	2,42	2,22	0,66	5,72	8,60	0,96	9,56	1,05
80		55	0,594	556,6	360,4	60,48	3,51	424,4	57,58	481,9	30,04	6,72	4,29	2,49	13,51	1,86	15,37	1,88
		65	0,646	347,9	214,7	46,42	4,46	265,6	46,38	312,0	14,31	4,80	2,42	3,31	10,53	1,48	12,01	1,60
		75	0,695	232,6	137,8	37,02	5,47	180,3	38,54	218,8	7,58	3,60	1,48	4,21	9,30	1,22	10,51	1,40
		85	0,740	163,6	93,47	30,36	6,54	130,4	32,78	163,2	4,35	2,80	0,96	5,20	8,97	1,03	9,99	1,24
		95	0,783	119,6	66,21	25,46	7,67	99,3	28,39	127,7	2,65	2,24	0,66	6,28	9,18	0,88	10,06	1,11
100		55	0,472	681,3	440,2	71,69	3,81	515,7	66,06	581,8	32,41	6,86	4,22	2,69	13,76	1,77	15,53	1,98
		65	0,514	425,8	262,3	55,03	4,84	322,1	53,22	375,4	15,43	4,90	2,38	3,56	10,84	1,41	12,25	1,68
		75	0,552	284,7	168,3	43,88	5,93	218,1	44,22	262,3	8,17	3,68	1,46	4,54	9,67	1,16	10,83	1,47
		85	0,588	200,2	114,2	35,99	7,10	157,3	37,61	194,9	4,69	2,86	0,95	5,61	9,41	0,97	10,39	1,30
		95	0,622	146,4	80,88	30,18	8,32	119,4	32,57	152,0	2,86	2,28	0,65	6,77	9,70	0,84	10,53	1,17
120		55	0,399	803,8	518,9	81,46	4,08	604,4	74,31	678,7	34,60	7,04	4,11	2,86	14,01	1,70	15,71	2,07
		65	0,434	502,4	309,1	62,53	5,18	376,8	59,86	436,7	16,48	5,03	2,32	3,80	11,14	1,35	12,50	1,76
		75	0,466	335,9	198,4	49,86	6,35	254,6	49,74	304,3	8,73	3,77	1,42	4,83	10,02	1,11	11,14	1,53
		85	0,497	236,2	134,6	40,90	7,60	183,1	42,31	225,4	5,01	2,93	0,92	5,97	9,83	0,94	10,76	1,36
		95	0,525	172,7	95,33	34,30	8,91	138,5	36,64	175,2	3,05	2,34	0,63	7,21	10,18	0,80	10,99	1,22
140		55	0,350	924,5	596,6	90,04	4,32	691,0	82,38	773,4	36,65	7,25	3,98	3,02	14,25	1,65	15,91	2,15
		65	0,380	577,9	355,5	69,12	5,49	430,1	66,37	496,4	17,45	5,18	2,25	4,01	11,43	1,31	12,75	1,83
		75	0,409	386,4	228,1	55,11	6,74	289,9	55,15	345,1	9,24	3,88	1,38	5,10	10,36	1,08	11,44	1,60
		85	0,435	271,7	154,7	45,21	8,06	208,0	46,90	254,9	5,30	3,02	0,90	6,30	10,22	0,91	11,13	1,42
		95	0,461	198,7	109,6	37,91	9,45	157,0	40,62	197,6	3,24	2,41	0,61	7,61	10,63	0,78	11,41	1,27
160		55	0,315	1044	673,6	97,63	4,55	775,8	90,33	866,2	38,59	7,47	3,86	3,17	14,50	1,62	16,11	2,22
		65	0,342	652,4	401,3	74,95	5,78	482,1	72,77	554,8	18,38	5,34	2,17	4,20	11,72	1,29	13,00	1,89
		75	0,368	436,2	257,5	59,76	7,10	324,4	60,47	384,9	9,74	4,00	1,33	5,35	10,69	1,06	11,74	1,65
		85	0,392	306,8	174,7	49,02	8,49	232,2	51,43	283,7	5,58	3,11	0,87	6,61	10,59	0,89	11,48	1,47

		95	0,415	224,3	123,8	41,11	9,95	174,8	44,54	219,4	3,41	2,49	0,59	7,98	11,06	0,77	11,82	1,32
180		55	0,289	1162	750,1	104,4	4,77	859,2	98,19	957,4	40,45	7,70	3,73	3,31	14,74	1,59	16,33	2,30
		65	0,314	726,2	446,9	80,14	6,06	533,1	79,10	612,2	19,26	5,50	2,10	4,39	11,99	1,26	13,26	1,96
		75	0,338	485,6	286,8	63,89	7,43	358,1	65,73	423,8	10,20	4,13	1,29	5,59	11,00	1,04	12,04	1,71
		85	0,360	341,5	194,5	52,41	8,89	255,8	55,90	311,7	5,85	3,21	0,84	6,90	10,95	0,88	11,82	1,51
		95	0,381	249,7	137,8	43,95	10,4	192,2	48,41	240,6	3,57	2,56	0,57	8,33	11,46	0,75	12,22	1,36
200		55	0,269	1279	826,0	110,4	4,97	941,4	106,0	1047	42,23	7,94	3,60	3,44	14,98	1,57	16,55	2,36
		65	0,293	799,3	492,1	84,78	6,31	583,2	85,37	668,6	20,11	5,67	2,03	4,56	12,27	1,25	13,51	2,01
		75	0,315	534,4	315,8	67,60	7,75	391,1	70,94	462,1	10,65	4,25	1,24	5,81	11,31	1,03	12,33	1,76
		85	0,335	375,8	214,2	55,45	9,27	278,9	60,33	339,3	6,11	3,31	0,81	7,17	11,29	0,86	12,16	1,56
		95	0,355	274,9	151,7	46,50	10,9	209,1	52,25	261,4	3,73	2,64	0,55	8,66	11,85	0,74	12,60	1,40
10		55	20,76	73,1	48,42	6,20	2,28	56,9	25,14	82,0	33,93	10,17	2,03	1,42	13,62	5,41	19,03	1,71
		65	22,59	45,7	28,85	4,76	2,90	36,5	20,26	56,8	16,16	7,26	1,15	1,88	10,30	4,30	14,60	1,46
		75	24,28	30,5	18,51	3,79	3,56	25,9	16,83	42,7	8,56	5,45	0,70	2,40	8,55	3,54	12,09	1,27
		85	25,86	21,5	12,56	3,11	4,26	19,9	14,32	34,2	4,91	4,23	0,46	2,96	7,66	2,98	10,64	1,13
		95	27,35	15,7	8,90	2,61	4,99	16,5	12,40	28,9	3,00	3,39	0,31	3,58	7,27	2,56	9,83	1,01
20		55	5,592	135,9	87,41	15,48	2,80	105,7	32,08	137,8	38,22	7,71	2,93	1,70	12,34	3,78	16,12	1,83
		65	6,083	84,9	52,08	11,88	3,55	67,5	25,85	93,4	18,20	5,51	1,65	2,25	9,41	3,01	12,42	1,56
5		75	6,539	56,8	33,42	9,47	4,36	47,3	21,48	68,7	9,64	4,13	1,01	2,86	8,01	2,47	10,48	1,36
		85	6,965	39,9	22,67	7,77	5,21	35,7	18,27	53,9	5,53	3,21	0,66	3,54	7,41	2,08	9,50	1,20
		95	7,368	29,2	16,06	6,52	6,11	28,7	15,82	44,5	3,37	2,57	0,45	4,27	7,29	1,79	9,08	1,08
40		55	1,887	253,3	159,6	33,43	3,49	196,6	43,85	240,4	44,97	6,65	3,61	2,07	12,32	2,84	15,16	2,02
		65	2,053	158,3	95,11	25,66	4,43	125,2	35,33	160,5	21,42	4,75	2,03	2,74	9,53	2,26	11,79	1,72
		75	2,207	105,9	61,03	20,46	5,44	86,9	29,36	116,3	11,34	3,56	1,25	3,49	8,30	1,86	10,16	1,50
		85	2,351	74,4	41,41	16,78	6,51	64,7	24,97	89,7	6,51	2,77	0,81	4,32	7,90	1,57	9,46	1,33
		95	2,487	54,4	29,33	14,07	7,63	51,0	21,62	72,7	3,97	2,21	0,55	5,21	7,97	1,35	9,32	1,20
60		55	1,110	365,2	228,3	49,03	4,01	281,3	54,36	335,7	50,48	6,46	3,79	2,35	12,59	2,49	15,08	2,17
		65	1,208	228,3	136,0	37,64	5,09	178,7	43,79	222,5	24,04	4,62	2,14	3,11	9,86	1,98	11,84	1,85
		75	1,298	152,6	87,28	30,01	6,25	123,5	36,39	159,9	12,73	3,46	1,31	3,96	8,73	1,63	10,36	1,62
		85	1,383	107,3	59,21	24,62	7,47	91,3	30,95	122,2	7,30	2,69	0,85	4,89	8,44	1,37	9,81	1,43



		95	1,462	78,5	41,94	20,64	8,76	71,3	26,80	98,1	4,46	2,15	0,58	5,90	8,64	1,18	9,82	1,29
80		55	0,798	473,7	295,0	62,42	4,44	361,8	64,22	426,0	55,30	6,50	3,79	2,58	12,87	2,29	15,17	2,31
		65	0,868	296,1	175,7	47,92	5,64	229,3	51,73	281,0	26,33	4,65	2,14	3,42	10,20	1,83	12,03	1,97
		75	0,933	198,0	112,8	38,21	6,92	157,9	42,99	200,9	13,95	3,48	1,31	4,35	9,14	1,50	10,64	1,72
		85	0,994	139,2	76,50	31,34	8,28	116,1	36,56	152,7	8,00	2,71	0,85	5,37	8,93	1,27	10,20	1,52
		95	1,052	101,8	54,19	26,28	9,71	90,2	31,66	121,8	4,88	2,17	0,58	6,48	9,23	1,09	10,32	1,37
100		55	0,635	579,8	360,3	74,00	4,82	439,1	73,68	512,8	59,65	6,63	3,73	2,78	13,14	2,18	15,32	2,43
		65	0,691	362,4	214,7	56,80	6,12	277,6	59,36	336,9	28,41	4,74	2,10	3,68	10,52	1,73	12,26	2,07
		75	0,742	242,3	137,8	45,29	7,51	190,6	49,32	239,9	15,05	3,55	1,29	4,69	9,53	1,42	10,95	1,80
		85	0,791	170,4	93,45	37,15	8,98	139,6	41,95	181,5	8,63	2,76	0,84	5,79	9,39	1,20	10,59	1,60
		95	0,836	124,6	66,20	31,15	10,5	107,9	36,33	144,2	5,27	2,21	0,57	6,99	9,77	1,03	10,80	1,44
120		55	0,536	684,1	424,7	84,08	5,16	513,9	82,88	596,8	63,68	6,81	3,63	2,96	13,40	2,09	15,49	2,54
		65	0,583	427,6	253,0	64,55	6,55	324,1	66,77	390,9	30,33	4,87	2,05	3,92	10,83	1,67	12,50	2,16
		75	0,626	285,9	162,4	51,46	8,04	221,9	55,48	277,4	16,06	3,65	1,25	4,99	9,89	1,37	11,26	1,88
		85	0,667	201,0	110,1	42,21	9,62	162,0	47,19	209,2	9,21	2,84	0,82	6,17	9,82	1,15	10,97	1,67
		95	0,706	147,0	78,02	35,40	11,3	124,7	40,86	165,6	5,62	2,27	0,56	7,44	10,27	0,99	11,26	1,50
140		55	0,470	786,9	488,3	92,94	5,47	586,7	91,88	678,6	67,46	7,01	3,52	3,12	13,66	2,03	15,69	2,64
		65	0,511	491,8	290,9	71,35	6,95	369,2	74,02	443,3	32,13	5,01	1,99	4,14	11,13	1,62	12,75	2,25
		75	0,549	328,8	186,7	56,89	8,53	252,1	61,51	313,6	17,02	3,76	1,22	5,27	10,24	1,33	11,57	1,96
		85	0,585	231,2	126,7	46,66	10,2	183,5	52,31	235,8	9,76	2,92	0,79	6,51	10,22	1,12	11,34	1,74
		95	0,619	169,1	89,71	39,13	11,9	140,8	45,30	186,1	5,96	2,33	0,54	7,85	10,73	0,96	11,69	1,56
160		55	0,423	888,4	551,4	100,8	5,76	657,9	100,7	758,7	71,04	7,23	3,41	3,27	13,91	1,99	15,90	2,73
		65	0,460	555,3	328,5	77,36	7,32	413,2	81,17	494,3	33,83	5,16	1,92	4,34	11,43	1,58	13,01	2,33
		75	0,495	371,3	210,8	61,68	8,98	281,5	67,45	348,9	17,92	3,87	1,18	5,53	10,58	1,30	11,88	2,03
		85	0,527	261,1	143,0	50,60	10,7	204,3	57,36	261,7	10,28	3,01	0,77	6,83	10,60	1,10	11,70	1,80
		95	0,557	190,9	101,3	42,43	12,6	156,3	49,67	206,0	6,27	2,41	0,52	8,24	11,17	0,94	12,11	1,62
180		55	0,388	988,9	613,9	107,8	6,04	727,7	109,5	837,2	74,45	7,45	3,30	3,42	14,16	1,96	16,12	2,82
		65	0,422	618,1	365,8	82,72	7,66	456,1	88,22	544,4	35,46	5,32	1,86	4,53	11,71	1,56	13,27	2,40
		75	0,454	413,3	234,7	65,95	9,41	310,1	73,31	383,4	18,78	3,99	1,14	5,77	10,90	1,28	12,18	2,09
		85	0,484	290,6	159,2	54,10	11,2	224,6	62,35	286,9	10,77	3,10	0,74	7,13	10,97	1,08	12,05	1,86

		95	0,512	212,5	112,8	45,37	13,2	171,3	53,99	225,3	6,57	2,48	0,51	8,60	11,59	0,93	12,51	1,67
200		55	0,362	1088	676,0	114,0	6,29	796,3	118,2	914,5	77,73	7,68	3,19	3,55	14,42	1,93	16,35	2,90
		65	0,393	680,3	402,8	87,51	7,99	498,3	95,22	593,5	37,02	5,49	1,80	4,71	11,99	1,54	13,53	2,47
		75	0,423	454,9	258,5	69,77	9,81	338,0	79,12	417,2	19,61	4,11	1,10	6,00	11,21	1,26	12,48	2,16
		85	0,451	319,9	175,3	57,23	11,7	244,3	67,29	311,6	11,25	3,20	0,72	7,41	11,32	1,06	12,39	1,91
		95	0,477	233,9	124,2	47,99	13,7	185,9	58,27	244,2	6,86	2,56	0,49	8,94	11,99	0,91	12,90	1,72

Таблица возрастных трендов изменения запаса стволовой древесины и УдЧПП лесообразующих пород по зональным поясам и в пределах каждого – в связи с задаваемыми значениями индекса континентальности (обозначения в тексте)

### Сосна

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
<b>1 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	7,99	44,9	21,3	4,26
65	7,52	37,7	18,9	8,61
75	7,14	32,5	17,1	15,7
85	6,82	28,6	15,6	26,7
95	6,55	25,4	14,4	42,7
20 лет				
55	24,8	21,1	9,45	3,65
65	23,3	17,8	8,39	7,39
75	22,1	15,3	7,58	13,5
85	21,1	13,5	6,93	22,9
95	20,3	12,0	6,41	36,6
40 лет				
55	54,3	11,1	4,41	3,14
65	51,1	9,36	3,91	6,34
75	48,5	8,06	3,53	11,6
85	46,3	7,08	3,23	19,7
95	44,5	6,31	2,99	31,4
60 лет				
55	73,2	8,05	2,89	2,87
65	68,9	6,77	2,56	5,80
75	65,4	5,83	2,31	10,6
85	62,4	5,12	2,12	18,0
95	60,0	4,56	1,96	28,8
80 лет				
55	84,2	6,55	2,16	2,69
65	79,2	5,50	1,92	5,45
75	75,2	4,74	1,73	10,0
85	71,8	4,16	1,58	16,9
95	68,9	3,71	1,46	27,0
100 лет				
55	90,0	5,65	1,74	2,56
65	84,7	4,75	1,54	5,18
75	80,4	4,09	1,39	9,48
85	76,8	3,59	1,27	16,1
95	73,7	3,20	1,18	25,7
120 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	92,6	5,05	1,46	2,46
65	87,1	4,25	1,29	4,98
75	82,7	3,66	1,17	9,11
85	79,0	3,21	1,07	15,4
95	75,8	2,86	0,99	24,7
140 лет				
55	93,1	4,63	1,26	2,38
65	87,6	3,89	1,12	4,81
75	83,1	3,35	1,01	8,80
85	79,4	2,94	0,92	14,9
95	76,2	2,62	0,85	23,9
160 лет				
55	92,2	4,30	1,11	2,31
65	86,7	3,62	0,99	4,67
75	82,3	3,12	0,89	8,55
85	78,6	2,74	0,82	14,5
95	75,5	2,44	0,75	23,2
180 лет				
55	90,5	4,05	1,00	2,25
65	85,1	3,41	0,89	4,56
75	80,8	2,94	0,80	8,33
85	77,2	2,58	0,73	14,1
95	74,1	2,30	0,68	22,6
200 лет				
55	88,2	3,85	0,91	2,20
65	83,0	3,24	0,81	4,45
75	78,7	2,79	0,73	8,14
85	75,2	2,45	0,67	13,8
95	72,2	2,18	0,62	22,1
<b>2 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	24,37	42,5	32,1	6,24
65	22,9	35,8	28,5	12,6
75	21,8	30,8	25,7	23,1
85	20,8	27,1	23,5	39,2
95	20,0	24,1	21,7	62,6
20 лет				
55	75,6	20,0	14,2	5,36

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	71,1	16,8	12,6	10,8
75	67,5	14,5	11,4	19,8
85	64,4	12,7	10,4	33,6
95	61,9	11,4	9,6	53,7
40 лет				
55	165,6	10,5	6,63	4,60
65	155,8	8,87	5,89	9,31
75	147,9	7,64	5,32	17,0
85	141,3	6,71	4,86	28,9
95	135,6	5,98	4,49	46,1
60 лет				
55	223,1	7,63	4,34	4,21
65	209,9	6,41	3,85	8,51
75	199,2	5,53	3,48	15,6
85	190,3	4,85	3,19	26,4
95	182,8	4,32	2,94	42,2
80 лет				
55	256,6	6,20	3,25	3,95
65	241,4	5,22	2,88	7,99
75	229,1	4,50	2,61	14,6
85	218,9	3,95	2,38	24,8
95	210,2	3,52	2,20	39,6
100 лет				
55	274,4	5,36	2,61	3,76
65	258,2	4,50	2,32	7,61
75	245,0	3,88	2,09	13,9
85	234,1	3,41	1,92	23,6
95	224,8	3,03	1,77	37,7
120 лет				
55	282,2	4,79	2,19	3,61
65	265,5	4,03	1,95	7,31
75	252,0	3,47	1,76	13,4
85	240,8	3,05	1,61	22,7
95	231,2	2,71	1,49	36,2
140 лет				
55	283,7	4,38	1,90	3,49
65	266,9	3,69	1,68	7,06
75	253,3	3,18	1,52	12,9
85	242,0	2,79	1,39	21,9
95	232,4	2,48	1,28	35,0
160 лет				
55	281,0	4,08	1,67	3,39
65	264,4	3,43	1,49	6,86

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
75	250,9	2,95	1,34	12,5
85	239,7	2,59	1,23	21,3
95	230,2	2,31	1,14	34,0
180 лет				
55	275,7	3,84	1,50	3,30
65	259,4	3,23	1,34	6,68
75	246,2	2,78	1,21	12,2
85	235,2	2,44	1,10	20,7
95	225,8	2,18	1,02	33,1
200 лет				
55	268,8	3,65	1,37	3,23
65	252,9	3,07	1,21	6,53
75	240,0	2,64	1,10	11,9
85	229,3	2,32	1,00	20,2
95	220,2	2,07	0,93	32,4
<b>3 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	30,1	47,5	34,9	7,81
65	28,3	39,9	31,0	15,8
75	26,8	34,4	28,0	28,9
85	25,6	30,2	25,6	49,0
95	24,6	26,9	23,6	78,3
20 лет				
55	93,2	22,4	15,5	6,71
65	87,7	18,8	13,7	13,6
75	83,2	16,2	12,4	24,8
85	79,5	14,2	11,3	42,1
95	76,3	12,7	10,5	67,2
40 лет				
55	204,3	11,8	7,21	5,76
65	192,2	9,90	6,40	11,6
75	182,4	8,53	5,78	21,3
85	174,3	7,5	5,29	36,1
95	167,3	6,7	4,89	57,7
60 лет				
55	275,3	8,52	4,72	5,27
65	259,0	7,16	4,19	10,7
75	245,8	6,17	3,79	19,5
85	234,8	5,42	3,47	33,0
95	225,5	4,83	3,20	52,8
80 лет				
55	316,5	6,93	3,53	4,94
65	297,8	5,82	3,14	10,0
75	282,6	5,02	2,84	18,3

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
85	270,0	4,41	2,59	31,0
95	259,2	3,93	2,40	49,5
100 лет				
55	338,5	5,98	2,84	4,70
65	318,5	5,03	2,52	9,5
75	302,3	4,33	2,28	17,4
85	288,7	3,80	2,08	29,5
95	277,3	3,39	1,93	47,2
120 лет				
55	348,2	5,35	2,38	4,52
65	327,6	4,49	2,12	9,14
75	310,9	3,87	1,91	16,7
85	297,0	3,40	1,75	28,3
95	285,2	3,03	1,62	45,3
140 лет				
55	350,0	4,89	2,06	4,37
65	329,3	4,11	1,83	8,84
75	312,5	3,55	1,65	16,2
85	298,5	3,11	1,51	27,4
95	286,6	2,77	1,40	43,8
160 лет				
55	346,7	4,55	1,82	4,24
65	326,2	3,83	1,62	8,58
75	309,6	3,30	1,46	15,7
85	295,7	2,90	1,34	26,6
95	284,0	2,58	1,23	42,5
180 лет				
55	340,1	4,29	1,64	4,13
65	320,0	3,60	1,45	8,36
75	303,7	3,11	1,31	15,3
85	290,2	2,73	1,20	25,9
95	278,6	2,43	1,11	41,4
200 лет				
55	331,6	4,07	1,49	4,04
65	312,0	3,42	1,32	8,17
75	296,1	2,95	1,19	14,9
85	282,9	2,59	1,09	25,3
95	271,6	2,31	1,01	40,5
<b>4 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	28,6	54,7	34,6	9,16
65	26,9	46,0	30,7	18,5
75	25,6	39,6	27,7	33,9
85	24,4	34,8	25,4	57,5

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
95	23,4	31,0	23,4	91,9
20 лет				
55	88,8	25,8	15,3	7,86
65	83,5	21,7	13,6	15,9
75	79,2	18,7	12,3	29,1
85	75,7	16,4	11,2	49,3
95	72,7	14,6	10,4	78,8
40 лет				
55	194,5	13,6	7,14	6,75
65	183,0	11,4	6,34	13,7
75	173,7	9,83	5,73	25,0
85	165,9	8,6	5,24	42,3
95	159,3	7,7	4,84	67,7
60 лет				
55	262,1	9,81	4,68	6,17
65	246,6	8,25	4,16	12,5
75	234,1	7,11	3,75	22,8
85	223,6	6,24	3,43	38,7
95	214,7	5,56	3,17	61,9
80 лет				
55	301,4	7,98	3,50	5,79
65	283,6	6,71	3,11	11,7
75	269,1	5,78	2,81	21,4
85	257,1	5,08	2,57	36,3
95	246,9	4,52	2,37	58,1
100 лет				
55	322,3	6,89	2,81	5,52
65	303,3	5,79	2,50	11,2
75	287,8	4,99	2,26	20,4
85	275,0	4,38	2,06	34,6
95	264,0	3,90	1,91	55,3
120 лет				
55	331,6	6,16	2,36	5,30
65	311,9	5,18	2,10	10,7
75	296,1	4,46	1,89	19,6
85	282,8	3,92	1,73	33,2
95	271,6	3,49	1,60	53,1
140 лет				
55	333,3	5,64	2,04	5,12
65	313,5	4,74	1,81	10,4
75	297,6	4,08	1,64	18,9
85	284,3	3,59	1,50	32,1
95	273,0	3,20	1,38	51,4
160 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	330,1	5,25	1,80	4,97
65	310,6	4,41	1,60	10,1
75	294,8	3,80	1,45	18,4
85	281,6	3,34	1,32	31,2
95	270,4	2,97	1,22	49,9
180 лет				
55	323,9	4,94	1,62	4,85
65	304,7	4,15	1,44	9,80
75	289,2	3,58	1,30	17,9
85	276,3	3,14	1,19	30,4
95	265,3	2,80	1,10	48,6
200 лет				
55	315,8	4,69	1,47	4,73
65	297,1	3,94	1,31	9,58
75	281,9	3,40	1,18	17,5
85	269,4	2,98	1,08	29,7
95	258,6	2,66	1,00	47,5
<b>5 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	24,6	63,3	33,0	10,4
65	23,2	53,2	29,3	21,0
75	22,0	45,9	26,4	38,3
85	21,0	40,3	24,2	65,0
95	20,2	35,9	22,4	103,9
20 лет				
55	76,3	29,8	14,6	8,90
65	71,8	25,1	13,0	18,0
75	68,1	21,6	11,7	32,9
85	65,1	19,0	10,7	55,8
95	62,5	16,9	9,9	89,2
40 лет				
55	167,3	15,7	6,82	7,64
65	157,4	13,2	6,05	15,4
75	149,3	11,4	5,47	28,3
85	142,7	10,0	5,00	47,9
95	137,0	8,9	4,62	76,6
60 лет				
55	225,4	11,4	4,47	6,98
65	212,0	9,55	3,97	14,1
75	201,2	8,23	3,58	25,8
85	192,2	7,22	3,28	43,8
95	184,6	6,44	3,03	70,0
80 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	259,1	9,23	3,34	6,56
65	243,8	7,76	2,97	13,3
75	231,4	6,69	2,68	24,2
85	221,1	5,87	2,45	41,1
95	212,3	5,23	2,27	65,7
100 лет				
55	277,1	7,97	2,69	6,24
65	260,7	6,70	2,38	12,6
75	247,5	5,77	2,15	23,1
85	236,4	5,07	1,97	39,1
95	227,0	4,52	1,82	62,6
120 лет				
55	285,1	7,13	2,25	5,99
65	268,2	5,99	2,00	12,1
75	254,5	5,16	1,81	22,2
85	243,2	4,53	1,65	37,6
95	233,5	4,04	1,53	60,1
140 лет				
55	286,5	6,52	1,95	5,79
65	269,6	5,48	1,73	11,7
75	255,8	4,73	1,56	21,4
85	244,4	4,15	1,43	36,3
95	234,7	3,70	1,32	58,1
160 лет				
55	283,8	6,07	1,72	5,63
65	267,0	5,10	1,53	11,4
75	253,4	4,40	1,38	20,8
85	242,1	3,86	1,26	35,3
95	232,5	3,44	1,17	56,4
180 лет				
55	278,5	5,71	1,55	5,48
65	262,0	4,80	1,37	11,1
75	248,7	4,14	1,24	20,28
85	237,6	3,64	1,13	34,4
95	228,1	3,24	1,05	55,0
200 лет				
55	271,5	5,43	1,41	5,36
65	255,4	4,56	1,25	10,8
75	242,4	3,93	1,13	19,82
85	231,6	3,45	1,03	33,6
95	222,4	3,08	0,95	53,7

## Лиственница

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
<b>1 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	10,8	31,0	762,3	57,3
65	9,7	31,7	344,9	41,8
75	8,8	32,3	174,9	31,9
85	8,1	32,8	96,5	25,2
95	7,5	33,3	56,9	20,4
20 лет				
55	25,5	18,3	357,5	54,3
65	22,8	18,7	161,8	39,6
75	20,8	19,1	82,0	30,3
85	19,1	19,4	45,3	23,9
95	17,8	19,7	26,7	19,4
40 лет				
55	46,9	11,4	182,1	47,4
65	42,0	11,6	82,4	34,6
75	38,2	11,8	41,8	26,4
85	35,2	12,0	23,1	20,8
95	32,7	12,2	13,6	16,9
60 лет				
55	59,8	8,79	127,5	42,1
65	53,5	8,99	57,7	30,7
75	48,7	9,16	29,2	23,5
85	44,8	9,31	16,1	18,5
95	41,6	9,45	9,52	15,0
80 лет				
55	67,4	7,40	100,7	38,1
65	60,3	7,57	45,6	27,8
75	54,9	7,71	23,1	21,2
85	50,5	7,84	12,8	16,7
95	46,9	7,95	7,52	13,6
100 лет				
55	71,8	6,52	84,7	34,9
65	64,3	6,66	38,3	25,5
75	58,5	6,79	19,4	19,4
85	53,8	6,90	10,7	15,3
95	50,0	7,00	6,32	12,4
120 лет				
55	74,2	5,90	74,0	32,3
65	66,5	6,03	33,5	23,5
75	60,5	6,14	17,0	18,0
85	55,7	6,24	9,37	14,2
95	51,7	6,33	5,52	11,5

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
140 лет				
55	75,3	5,43	66,3	30,1
65	67,5	5,55	30,0	21,9
75	61,4	5,66	15,2	16,7
85	56,5	5,75	8,39	13,2
95	52,5	5,84	4,95	10,7
160 лет				
55	75,6	5,07	60,5	28,2
65	67,6	5,18	27,4	20,6
75	61,5	5,28	13,9	15,7
85	56,6	5,37	7,66	12,4
95	52,6	5,44	4,52	10,0
180 лет				
55	75,2	4,77	55,9	26,6
65	67,3	4,88	25,3	19,4
75	61,2	4,97	12,8	14,8
85	56,3	5,06	7,08	11,7
95	52,3	5,13	4,18	9,5
200 лет				
55	74,4	4,53	52,2	25,1
65	66,6	4,63	23,6	18,3
75	60,6	4,72	12,0	14,0
85	55,8	4,80	6,61	11,0
95	51,8	4,87	3,90	9,0
<b>2 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	33,17	24,8	367,5	83,3
65	29,7	25,4	166,3	60,8
75	27,0	25,9	84,3	46,4
85	24,9	26,3	46,5	36,6
95	23,1	26,7	27,4	29,7
20 лет				
55	78,1	14,7	172,4	79,0
65	69,9	15,0	78,0	57,6
75	63,6	15,3	39,5	44,0
85	58,5	15,5	21,8	34,7
95	54,4	15,8	12,9	28,1
40 лет				
55	143,6	9,10	87,8	68,9
65	128,5	9,30	39,7	50,3
75	116,9	9,48	20,1	38,4
85	107,6	9,6	11,1	30,3
95	100,0	9,8	6,56	24,6

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
60 лет				
55	182,8	7,04	61,5	61,2
65	163,7	7,20	27,8	44,7
75	148,9	7,33	14,1	34,1
85	137,0	7,46	7,78	26,9
95	127,3	7,57	4,59	21,8
80 лет				
55	206,2	5,93	48,5	55,4
65	184,6	6,06	22,0	40,4
75	167,9	6,18	11,1	30,8
85	154,5	6,28	6,15	24,3
95	143,6	6,37	3,63	19,7
100 лет				
55	219,8	5,22	40,8	50,7
65	196,7	5,34	18,5	37,0
75	179,0	5,44	9,37	28,2
85	164,7	5,53	5,17	22,3
95	153,0	5,61	3,05	18,1
120 лет				
55	227,2	4,72	35,7	46,9
65	203,4	4,83	16,1	34,2
75	185,0	4,92	8,18	26,1
85	170,3	5,00	4,52	20,6
95	158,2	5,07	2,66	16,7
140 лет				
55	230,5	4,35	32,0	43,7
65	206,4	4,45	14,5	31,9
75	187,7	4,53	7,33	24,3
85	172,8	4,61	4,05	19,2
95	160,5	4,67	2,39	15,6
160 лет				
55	231,2	4,06	29,2	41,0
65	207,0	4,15	13,2	29,9
75	188,3	4,23	6,69	22,8
85	173,3	4,30	3,69	18,0
95	161,0	4,36	2,18	14,6
180 лет				
55	230,0	3,82	27,0	38,6
65	205,9	3,91	12,2	28,2
75	187,3	3,98	6,18	21,5
85	172,4	4,05	3,41	17,0
95	160,2	4,11	2,01	13,8
200 лет				
55	227,6	3,63	25,2	36,5

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	203,8	3,71	11,4	26,6
75	185,3	3,78	5,78	20,3
85	170,6	3,84	3,19	16,1
95	158,5	3,90	1,88	13,0
<b>3 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	63,8	21,8	239,8	103,7
65	57,1	22,3	108,5	75,6
75	52,0	22,7	55,0	57,7
85	47,8	23,1	30,4	45,6
95	44,4	23,4	17,9	36,9
20 лет				
55	150,2	12,9	112,5	98,3
65	134,5	13,2	50,9	71,7
75	122,3	13,4	25,8	54,7
85	112,6	13,6	14,2	43,2
95	104,6	13,8	8,4	35,0
40 лет				
55	276,2	7,99	57,3	85,7
65	247,2	8,17	25,9	62,5
75	224,9	8,32	13,1	47,7
85	207,0	8,5	7,25	37,7
95	192,3	8,6	4,28	30,5
60 лет				
55	351,7	6,18	40,1	76,2
65	314,8	6,32	18,1	55,6
75	286,4	6,44	9,20	42,4
85	263,6	6,55	5,08	33,5
95	244,9	6,64	3,00	27,1
80 лет				
55	396,6	5,21	31,7	68,9
65	355,0	5,32	14,3	50,3
75	322,9	5,42	7,27	38,4
85	297,2	5,51	4,01	30,3
95	276,1	5,60	2,37	24,5
100 лет				
55	422,7	4,58	26,6	63,1
65	378,4	4,69	12,1	46,0
75	344,2	4,78	6,11	35,1
85	316,8	4,85	3,37	27,7
95	294,3	4,93	1,99	22,5
120 лет				
55	437,0	4,15	23,3	58,3
65	391,2	4,24	10,5	42,6



<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
75	355,8	4,32	5,34	32,5
85	327,5	4,39	2,95	25,6
95	304,3	4,46	1,74	20,8
140 лет				
55	443,4	3,82	20,9	54,4
65	397,0	3,90	9,44	39,7
75	361,1	3,98	4,78	30,3
85	332,4	4,04	2,64	23,9
95	308,8	4,10	1,56	19,4
160 лет				
55	444,7	3,56	19,0	51,0
65	398,1	3,64	8,61	37,2
75	362,1	3,71	4,36	28,4
85	333,3	3,77	2,41	22,4
95	309,7	3,83	1,42	18,2
180 лет				
55	442,4	3,36	17,6	48,0
65	396,1	3,43	7,96	35,0
75	360,3	3,50	4,03	26,7
85	331,6	3,56	2,23	21,1
95	308,1	3,61	1,31	17,1
200 лет				
55	437,8	3,19	16,4	45,4
65	391,9	3,26	7,43	33,1
75	356,5	3,32	3,77	25,3
85	328,1	3,38	2,08	20,0
95	304,8	3,43	1,23	16,2
<b>4 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	101,5	19,9	177,2	121,1
65	90,9	20,3	80,2	88,3
75	82,6	20,7	40,6	67,4
85	76,1	21,0	22,4	53,2
95	70,7	21,4	13,2	43,1
20 лет				
55	238,9	11,7	83,1	114,7
65	213,9	12,0	37,6	83,7
75	194,6	12,2	19,1	63,9
85	179,1	12,4	10,5	50,4
95	166,4	12,6	6,2	40,9
40 лет				
55	439,3	7,29	42,3	100,1
65	393,3	7,45	19,1	73,0
75	357,7	7,59	9,71	55,7

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
85	329,3	7,7	5,36	44,0
95	305,9	7,8	3,16	35,7
60 лет				
55	559,4	5,64	29,6	89,0
65	500,8	5,76	13,4	64,9
75	455,5	5,87	6,80	49,5
85	419,3	5,97	3,75	39,1
95	389,5	6,06	2,21	31,7
80 лет				
55	630,8	4,75	23,4	80,4
65	564,7	4,85	10,6	58,7
75	513,7	4,95	5,37	44,8
85	472,8	5,03	2,96	35,4
95	439,2	5,10	1,75	28,7
100 лет				
55	672,4	4,18	19,7	73,7
65	602,0	4,27	8,91	53,7
75	547,5	4,36	4,52	41,0
85	504,0	4,43	2,49	32,4
95	468,2	4,49	1,47	26,2
120 лет				
55	695,1	3,78	17,2	68,1
65	622,3	3,87	7,78	49,7
75	566,0	3,94	3,94	37,9
85	521,0	4,00	2,18	29,9
95	484,0	4,06	1,28	24,3
140 лет				
55	705,4	3,48	15,4	63,5
65	631,5	3,56	6,97	46,3
75	574,4	3,63	3,53	35,3
85	528,7	3,69	1,95	27,9
95	491,2	3,74	1,15	22,6
160 лет				
55	707,4	3,25	14,1	59,5
65	633,3	3,32	6,36	43,4
75	576,0	3,39	3,22	33,1
85	530,2	3,44	1,78	26,2
95	492,6	3,49	1,05	21,2
180 лет				
55	703,8	3,06	13,0	56,1
65	630,1	3,13	5,88	40,9
75	573,1	3,19	2,98	31,2
85	527,5	3,24	1,65	24,6
95	490,1	3,29	0,97	20,0

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
200 лет				
55	696,4	2,91	12,1	53,1
65	623,4	2,97	5,49	38,7
75	567,1	3,03	2,78	29,5
85	521,9	3,08	1,54	23,3
95	484,9	3,12	0,91	18,9
<b>5 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	145,4	18,5	140,1	136,5
65	130,2	18,9	63,4	99,6
75	118,4	19,3	32,1	76,0
85	109,0	19,6	17,7	60,0
95	101,3	19,9	10,5	48,6
20 лет				
55	342,4	10,9	65,7	129,4
65	306,6	11,2	29,7	94,39
75	278,9	11,4	15,1	72,0
85	256,7	11,6	8,3	56,9
95	238,5	11,7	4,9	46,1
40 лет				
55	629,6	6,78	33,5	112,9
65	563,7	6,94	15,1	82,4
75	512,7	7,07	7,68	62,9
85	471,9	7,2	4,24	49,6
95	438,4	7,3	2,50	40,2
60 лет				
55	801,8	5,25	23,4	100,4
65	717,8	5,37	10,6	73,2
75	652,9	5,47	5,37	55,9
85	601,0	5,56	2,97	44,1
95	558,3	5,64	1,75	35,8
80 лет				
55	904,1	4,42	18,5	90,7
65	809,4	4,52	8,37	66,2
75	736,2	4,61	4,24	50,5
85	677,7	4,68	2,34	39,9
95	629,6	4,75	1,38	32,3

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
100 лет				
55	963,8	3,89	15,6	83,1
65	862,8	3,98	7,04	60,6
75	784,8	4,05	3,57	46,3
85	722,4	4,12	1,97	36,5
95	671,1	4,18	1,16	29,6
120 лет				
55	996,3	3,52	13,6	76,8
65	891,9	3,60	6,15	56,0
75	811,3	3,67	3,12	42,8
85	746,7	3,73	1,72	33,8
95	693,7	3,78	1,02	27,4
140 лет				
55	1011,0	3,24	12,2	71,6
65	905,1	3,32	5,51	52,2
75	823,3	3,38	2,79	39,9
85	757,8	3,43	1,54	31,5
95	704,0	3,49	0,91	25,5
160 лет				
55	1013,9	3,03	11,1	67,1
65	907,7	3,09	5,03	49,0
75	825,7	3,15	2,55	37,4
85	760,0	3,20	1,41	29,5
95	706,0	3,25	0,83	23,9
180 лет				
55	1008,8	2,85	10,3	63,2
65	903,1	2,92	4,65	46,1
75	821,5	2,97	2,36	35,2
85	756,1	3,02	1,30	27,8
95	702,4	3,06	0,77	22,5
200 лет				
55	998,1	2,71	9,60	59,8
65	893,6	2,77	4,34	43,7
75	812,8	2,82	2,20	33,3
85	748,1	2,87	1,22	26,3
95	695,0	2,91	0,72	21,3

## Ель и пихта

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
<b>1 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	60,2	24,6	23,9	21,3
65	49,1	28,6	20,1	24,1
75	41,3	32,5	17,4	26,8
85	35,5	36,5	15,2	29,4
95	31,0	40,3	13,6	31,9
20 лет				
55	123,9	10,9	12,6	19,1
65	101,1	12,7	10,6	21,7
75	85,0	14,5	9,16	24,1
85	73,0	16,2	8,05	26,4
95	63,7	18,0	7,17	28,7
40 лет				
55	212,2	5,67	6,90	17,1
65	173,2	6,60	5,81	19,3
75	145,5	7,52	5,01	21,5
85	125,0	8,42	4,40	23,6
95	109,2	9,32	3,92	25,6
60 лет				
55	267,1	4,15	4,93	15,9
65	218,0	4,83	4,15	18,0
75	183,2	5,50	3,58	20,1
85	157,3	6,16	3,14	22,0
95	137,4	6,81	2,80	23,9
80 лет				
55	302,7	3,43	3,91	15,2
65	247,1	3,99	3,29	17,2
75	207,6	4,54	2,84	19,1
85	178,3	5,09	2,49	20,9
95	155,7	5,63	2,22	22,7
100 лет				
55	326,4	3,01	3,28	14,6
65	266,4	3,50	2,76	16,5
75	223,9	3,99	2,38	18,3
85	192,2	4,47	2,09	20,1
95	167,9	4,95	1,87	21,8
120 лет				
55	342,3	2,74	2,85	14,1
65	279,4	3,19	2,40	16,0
75	234,7	3,63	2,07	17,7
85	201,6	4,07	1,82	19,5
95	176,1	4,50	1,62	21,1

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
140 лет				
55	352,8	2,55	2,54	13,7
65	288,0	2,97	2,13	15,5
75	242,0	3,38	1,84	17,2
85	207,8	3,79	1,62	18,9
95	181,5	4,19	1,44	20,5
160 лет				
55	359,6	2,41	2,30	13,4
65	293,5	2,81	1,93	15,1
75	246,6	3,20	1,67	16,8
85	211,8	3,58	1,46	18,5
95	185,0	3,96	1,30	20,0
180 лет				
55	363,6	2,31	2,10	13,1
65	296,7	2,68	1,77	14,8
75	249,3	3,06	1,53	16,5
85	214,1	3,42	1,34	18,1
95	187,0	3,79	1,20	19,6
200 лет				
55	365,5	2,22	1,95	12,8
65	298,3	2,59	1,64	14,5
75	250,7	2,95	1,41	16,1
85	215,3	3,30	1,24	17,7
95	188,1	3,65	1,11	19,2
<b>2 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	89,5	23,6	29,5	26,7
65	73,0	27,5	24,8	30,2
75	61,4	31,3	21,4	33,6
85	52,7	35,1	18,8	36,8
95	46,0	38,8	16,7	40,0
20 лет				
55	184,1	10,5	15,6	24,0
65	150,3	12,2	13,1	27,1
75	126,3	13,9	11,3	30,2
85	108,4	15,6	9,9	33,1
95	94,7	17,3	8,8	35,9
40 лет				
55	315,4	5,45	8,51	21,4
65	257,4	6,35	7,16	24,2
75	216,3	7,23	6,17	26,9
85	185,8	8,10	5,42	29,6
95	162,3	8,96	4,83	32,1

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
60 лет				
55	396,9	3,99	6,07	20,0
65	324,0	4,64	5,11	22,6
75	272,2	5,28	4,41	25,1
85	233,8	5,92	3,87	27,6
95	204,2	6,55	3,45	30,0
80 лет				
55	449,9	3,29	4,82	19,0
65	367,2	3,83	4,05	21,5
75	308,5	4,37	3,50	23,9
85	265,0	4,89	3,07	26,2
95	231,5	5,41	2,74	28,5
100 лет				
55	485,1	2,89	4,04	18,2
65	395,9	3,37	3,40	20,7
75	332,7	3,83	2,93	23,0
85	285,7	4,30	2,58	25,2
95	249,6	4,75	2,30	27,4
120 лет				
55	508,7	2,63	3,51	17,7
65	415,2	3,06	2,96	20,0
75	348,9	3,49	2,55	22,2
85	299,6	3,91	2,24	24,4
95	261,7	4,33	2,00	26,5
140 лет				
55	524,4	2,45	3,13	17,2
65	428,0	2,85	2,63	19,4
75	359,6	3,25	2,27	21,6
85	308,8	3,64	1,99	23,7
95	269,8	4,03	1,78	25,7
160 лет				
55	534,4	2,32	2,83	16,7
65	436,1	2,70	2,38	19,0
75	366,5	3,07	2,05	21,1
85	314,7	3,44	1,80	23,1
95	274,9	3,81	1,61	25,1
180 лет				
55	540,3	2,22	2,59	16,4
65	441,0	2,58	2,18	18,5
75	370,6	2,94	1,88	20,6
85	318,2	3,29	1,65	22,6
95	278,0	3,64	1,47	24,6
200 лет				
55	543,3	2,14	2,40	16,1

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	443,4	2,49	2,02	18,2
75	372,6	2,83	1,74	20,2
85	320,0	3,18	1,53	22,2
95	279,5	3,51	1,36	24,1
<b>3 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	112,84	23,1	28,6	30,4
65	92,1	26,8	24,0	34,4
75	77,4	30,6	20,7	38,3
85	66,5	34,3	18,2	42,0
95	58,1	37,9	16,2	45,6
20 лет				
55	232,1	10,3	15,1	27,3
65	189,5	12,0	12,7	31,0
75	159,2	13,6	10,9	34,4
85	136,7	15,3	9,62	37,8
95	119,4	16,9	8,57	41,0
40 лет				
55	397,6	5,33	8,25	24,4
65	324,5	6,20	6,94	27,6
75	272,7	7,06	5,99	30,7
85	234,2	7,91	5,26	33,7
95	204,6	8,75	4,69	36,6
60 лет				
55	500,5	3,90	5,89	22,8
65	408,5	4,53	4,96	25,8
75	343,2	5,16	4,28	28,7
85	294,8	5,78	3,76	31,5
95	257,5	6,40	3,35	34,2
80 лет				
55	567,2	3,22	4,67	21,7
65	463,0	3,75	3,93	24,5
75	389,0	4,27	3,39	27,3
85	334,1	4,78	2,98	29,9
95	291,8	5,29	2,66	32,5
100 лет				
55	611,7	2,83	3,92	20,8
65	499,2	3,29	3,30	23,6
75	419,5	3,75	2,85	26,2
85	360,3	4,20	2,50	28,7
95	314,7	4,65	2,23	31,2
120 лет				
55	641,4	2,57	3,41	20,1
65	523,5	2,99	2,87	22,8

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
75	439,9	3,41	2,47	25,3
85	377,8	3,82	2,17	27,8
95	330,0	4,23	1,94	30,2
140 лет				
55	661,2	2,40	3,03	19,6
65	539,6	2,79	2,55	22,2
75	453,4	3,17	2,20	24,6
85	389,4	3,56	1,93	27,0
95	340,1	3,94	1,72	29,4
160 лет				
55	673,8	2,26	2,74	19,1
65	549,9	2,64	2,31	21,6
75	462,1	3,00	1,99	24,0
85	396,8	3,36	1,75	26,4
95	346,6	3,72	1,56	28,6
180 лет				
55	681,3	2,17	2,51	18,7
65	556,0	2,52	2,12	21,1
75	467,2	2,87	1,83	23,5
85	401,3	3,22	1,60	25,8
95	350,5	3,56	1,43	28,0
200 лет				
55	685,0	2,09	2,33	18,3
65	559,0	2,43	1,96	20,7
75	469,8	2,77	1,69	23,1
85	403,4	3,10	1,48	25,3
95	352,4	3,43	1,32	27,5
<b>4 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	133,0	22,7	26,1	33,4
65	108,6	26,4	22,0	37,8
75	91,2	30,1	19,0	42,1
85	78,3	33,7	16,7	46,1
95	68,4	37,3	14,8	50,1
20 лет				
55	273,6	10,1	13,8	30,0
65	223,3	11,8	11,6	34,0
75	187,7	13,4	10,0	37,8
85	161,2	15,0	8,79	41,5
95	140,8	16,6	7,84	45,0
40 лет				
55	468,7	5,24	7,54	26,8
65	382,6	6,10	6,35	30,3
75	321,5	6,95	5,47	33,7

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
85	276,1	7,78	4,81	37,0
95	241,1	8,61	4,29	40,2
60 лет				
55	589,9	3,83	5,39	25,0
65	481,5	4,46	4,53	28,3
75	404,6	5,08	3,91	31,5
85	347,5	5,69	3,44	34,5
95	303,5	6,30	3,06	37,5
80 лет				
55	668,6	3,17	4,27	23,8
65	545,7	3,69	3,60	26,9
75	458,6	4,20	3,10	29,9
85	393,8	4,70	2,73	32,8
95	344,0	5,20	2,43	35,7
100 лет				
55	721,0	2,78	3,59	22,9
65	588,4	3,24	3,02	25,9
75	494,5	3,69	2,60	28,8
85	424,6	4,13	2,29	31,6
95	370,9	4,57	2,04	34,3
120 лет				
55	756,1	2,53	3,12	22,1
65	617,1	2,95	2,62	25,0
75	518,5	3,35	2,26	27,8
85	445,3	3,76	1,99	30,5
95	389,0	4,16	1,77	33,2
140 лет				
55	779,3	2,36	2,77	21,5
65	636,1	2,74	2,33	24,3
75	534,5	3,12	2,01	27,1
85	459,0	3,50	1,77	29,7
95	400,9	3,87	1,58	32,2
160 лет				
55	794,2	2,23	2,51	21,0
65	648,2	2,59	2,11	23,7
75	544,7	2,95	1,82	26,4
85	467,8	3,31	1,60	29,0
95	408,6	3,66	1,43	31,4
180 лет				
55	803,1	2,13	2,30	20,5
65	655,4	2,48	1,93	23,2
75	550,7	2,82	1,67	25,8
85	473,0	3,16	1,47	28,3
95	413,1	3,50	1,31	30,8

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
200 лет				
55	807,4	2,06	2,13	20,1
65	659,0	2,39	1,79	22,8
75	553,7	2,72	1,54	25,3
85	475,5	3,05	1,36	27,8
95	415,4	3,38	1,21	30,2
<b>5 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	151,1	22,4	23,4	35,9
65	123,3	26,1	19,7	40,7
75	103,6	29,7	17,0	45,2
85	89,0	33,3	14,9	49,6
95	77,7	36,8	13,3	53,9
20 лет				
55	310,8	10,0	12,4	32,3
65	253,7	11,6	10,4	36,5
75	213,2	13,2	8,98	40,6
85	183,1	14,8	7,89	44,6
95	159,9	16,4	7,03	48,4
40 лет				
55	532,5	5,18	6,77	28,8
65	434,6	6,02	5,69	32,6
75	365,2	6,86	4,91	36,3
85	313,6	7,69	4,32	39,8
95	274,0	8,50	3,85	43,2
60 лет				
55	670,2	3,78	4,83	26,9
65	547,0	4,40	4,07	30,4
75	459,6	5,01	3,51	33,8
85	394,7	5,62	3,08	37,1
95	344,8	6,22	2,75	40,3
80 лет				
55	759,6	3,13	3,83	25,6
65	620,0	3,64	3,23	28,9
75	520,9	4,14	2,78	32,2
85	447,4	4,64	2,44	35,3
95	390,8	5,14	2,18	38,3

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
100 лет				
55	819,1	2,75	3,22	24,6
65	668,5	3,20	2,71	27,8
75	561,7	3,64	2,33	30,9
85	482,4	4,08	2,05	33,9
95	421,4	4,51	1,83	36,8
120 лет				
55	858,9	2,50	2,80	23,8
65	701,0	2,91	2,35	26,9
75	589,1	3,31	2,03	29,9
85	505,9	3,71	1,78	32,8
95	441,9	4,11	1,59	35,7
140 лет				
55	885,4	2,33	2,49	23,1
65	722,6	2,71	2,09	26,2
75	607,2	3,08	1,80	29,1
85	521,5	3,46	1,59	31,9
95	455,5	3,82	1,41	34,7
160 лет				
55	902,3	2,20	2,25	22,5
65	736,4	2,56	1,89	25,5
75	618,8	2,92	1,63	28,4
85	531,4	3,27	1,43	31,1
95	464,2	3,61	1,28	33,8
180 лет				
55	912,3	2,10	2,06	22,1
65	744,6	2,45	1,74	25,0
75	625,7	2,79	1,50	27,8
85	537,3	3,12	1,32	30,5
95	469,4	3,46	1,17	33,1
200 лет				
55	917,3	2,03	1,91	21,6
65	748,6	2,36	1,61	24,5
75	629,1	2,69	1,39	27,2
85	540,2	3,01	1,22	29,9
95	471,9	3,33	1,09	32,4

### Береза

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
<b>1 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	3,44	23,5	9,71	16,7

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	3,23	26,6	10,5	20,1
75	3,07	29,6	11,2	23,6
85	2,93	32,5	11,8	27,2

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
95	2,82	35,2	12,4	30,7
20 лет				
55	6,92	13,4	5,72	10,4
65	6,51	15,1	6,17	12,6
75	6,18	16,8	6,57	14,7
85	5,91	18,5	6,95	16,9
95	5,67	20,0	7,30	19,2
40 лет				
55	12,4	8,61	3,39	8,44
65	11,7	9,74	3,66	10,2
75	11,1	10,8	3,90	11,9
85	10,6	11,9	4,12	13,7
95	10,2	12,9	4,33	15,5
60 лет				
55	16,5	7,04	2,51	8,42
65	15,5	7,97	2,70	10,1
75	14,7	8,86	2,88	11,9
85	14,1	9,72	3,04	13,7
95	13,5	10,5	3,20	15,5
80 лет				
55	19,7	6,27	2,02	8,88
65	18,6	7,09	2,18	10,7
75	17,6	7,88	2,32	12,5
85	16,8	8,64	2,46	14,4
95	16,2	9,38	2,58	16,3
100 лет				
55	22,3	5,81	1,71	9,54
65	21,0	6,57	1,85	11,5
75	19,9	7,30	1,97	13,5
85	19,0	8,01	2,08	15,5
95	18,3	8,69	2,19	17,5
120 лет				
55	24,5	5,51	1,50	10,3
65	23,0	6,23	1,61	12,4
75	21,9	6,92	1,72	14,6
85	20,9	7,60	1,82	16,8
95	20,1	8,25	1,91	19,0
140 лет				
55	26,3	5,30	1,34	11,2
65	24,8	6,00	1,44	13,5
75	23,5	6,67	1,54	15,8
85	22,4	7,31	1,62	18,2
95	21,6	7,94	1,71	20,6
160 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	27,9	5,15	1,21	12,1
65	26,2	5,83	1,31	14,6
75	24,9	6,48	1,39	17,1
85	23,8	7,11	1,47	19,7
95	22,8	7,72	1,55	22,3
180 лет				
55	29,2	5,05	1,11	13,1
65	27,5	5,71	1,20	15,8
75	26,1	6,35	1,28	18,6
85	24,9	6,96	1,35	21,3
95	23,9	7,56	1,42	24,2
200 лет				
55	30,4	4,97	1,03	14,2
65	28,6	5,62	1,11	17,1
75	27,1	6,25	1,18	20,0
85	25,9	6,85	1,25	23,0
95	24,9	7,44	1,31	26,1
<b>2 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	29,8	20,5	12,7	37,6
65	28,0	23,2	13,7	45,3
75	26,6	25,8	14,6	53,1
85	25,4	28,3	15,5	61,1
95	24,4	30,8	16,3	69,2
20 лет				
55	60,0	11,7	7,5	23,4
65	56,4	13,2	8,1	28,2
75	53,6	14,7	8,6	33,1
85	51,2	16,1	9,1	38,1
95	49,1	17,5	9,6	43,1
40 лет				
55	107,4	7,52	4,45	19,0
65	101,0	8,51	4,80	22,9
75	95,9	9,46	5,11	26,8
85	91,6	10,4	5,41	30,8
95	88,0	11,3	5,68	34,9
60 лет				
55	142,9	6,15	3,29	18,9
65	134,5	6,96	3,54	22,8
75	127,6	7,73	3,78	26,8
85	121,9	8,48	3,99	30,8
95	117,1	9,21	4,19	34,8
80 лет				
55	170,8	5,47	2,65	20,0

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	160,7	6,19	2,86	24,1
75	152,6	6,88	3,05	28,2
85	145,7	7,55	3,22	32,4
95	139,9	8,19	3,39	36,7
100 лет				
55	193,4	5,07	2,25	21,5
65	182,0	5,73	2,42	25,8
75	172,7	6,37	2,58	30,3
85	165,0	6,99	2,73	34,9
95	158,5	7,59	2,87	39,5
120 лет				
55	212,2	4,81	1,97	23,2
65	199,6	5,44	2,12	28,0
75	189,5	6,05	2,26	32,8
85	181,0	6,63	2,39	37,7
95	173,8	7,20	2,51	42,7
140 лет				
55	228,0	4,63	1,75	25,2
65	214,5	5,24	1,89	30,3
75	203,6	5,82	2,02	35,6
85	194,5	6,38	2,13	40,9
95	186,8	6,93	2,24	46,3
160 лет				
55	241,5	4,50	1,59	27,3
65	227,2	5,09	1,71	32,9
75	215,6	5,66	1,83	38,6
85	206,0	6,21	1,93	44,3
95	197,8	6,74	2,03	50,2
180 лет				
55	253,1	4,41	1,46	29,5
65	238,1	4,99	1,57	35,6
75	226,0	5,54	1,68	41,7
85	215,9	6,08	1,77	48,0
95	207,3	6,60	1,86	54,3
200 лет				
55	263,2	4,34	1,35	31,9
65	247,6	4,91	1,46	38,4
75	235,0	5,46	1,55	45,1
85	224,5	5,98	1,64	51,8
95	215,6	6,50	1,72	58,7
<b>3 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	41,1	21,6	13,6	45,6
65	38,7	24,4	14,7	54,9

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
75	36,7	27,1	15,7	64,4
85	35,1	29,8	16,6	74,0
95	33,7	32,3	17,4	83,8
20 лет				
55	82,8	12,3	8,0	28,4
65	77,9	13,9	8,7	34,2
75	73,9	15,4	9,2	40,1
85	70,6	16,9	9,8	46,1
95	67,8	18,4	10,3	52,2
40 лет				
55	148,2	7,90	4,77	23,0
65	139,4	8,94	5,14	27,7
75	132,3	9,93	5,47	32,5
85	126,4	10,9	5,79	37,4
95	121,4	11,8	6,08	42,3
60 лет				
55	197,2	6,46	3,52	23,0
65	185,6	7,31	3,79	27,7
75	176,1	8,13	4,04	32,4
85	168,3	8,91	4,27	37,3
95	161,6	9,68	4,49	42,2
80 лет				
55	235,7	5,75	2,84	24,2
65	221,8	6,50	3,06	29,2
75	210,5	7,23	3,26	34,2
85	201,1	7,93	3,45	39,3
95	193,1	8,61	3,63	44,5
100 лет				
55	266,9	5,33	2,41	26,0
65	251,1	6,03	2,59	31,3
75	238,3	6,70	2,77	36,8
85	227,7	7,35	2,92	42,3
95	218,7	7,97	3,07	47,8
120 лет				
55	292,8	5,05	2,11	28,1
65	275,4	5,71	2,27	33,9
75	261,4	6,35	2,42	39,8
85	249,8	6,97	2,56	45,7
95	239,8	7,56	2,69	51,8
140 лет				
55	314,6	4,86	1,88	30,5
65	295,9	5,50	2,02	36,8
75	280,9	6,11	2,16	43,1
85	268,4	6,71	2,28	49,6



<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
95	257,7	7,28	2,40	56,1
160 лет				
55	333,2	4,73	1,70	33,1
65	313,5	5,35	1,83	39,8
75	297,5	5,95	1,96	46,7
85	284,2	6,52	2,07	53,7
95	272,9	7,08	2,17	60,8
180 лет				
55	349,2	4,63	1,56	35,8
65	328,6	5,24	1,68	43,1
75	311,8	5,82	1,79	50,6
85	297,9	6,39	1,90	58,2
95	286,1	6,93	1,99	65,8
200 лет				
55	363,2	4,56	1,45	38,7
65	341,7	5,16	1,56	46,6
75	324,3	5,73	1,66	54,7
85	309,8	6,29	1,76	62,8
95	297,5	6,82	1,85	71,1
<b>4 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	33,88	23,7	13,8	46,0
65	31,9	26,8	14,8	55,5
75	30,3	29,8	15,8	65,1
85	28,9	32,7	16,7	74,8
95	27,8	35,5	17,5	84,7
20 лет				
55	68,3	13,5	8,1	28,7
65	64,2	15,2	8,7	34,6
75	61,0	16,9	9,3	40,6
85	58,2	18,6	9,8	46,6
95	55,9	20,2	10,3	52,8
40 лет				
55	122,2	8,67	4,81	23,2
65	115,0	9,81	5,18	28,0
75	109,1	10,9	5,52	32,8
85	104,2	12,0	5,83	37,8
95	100,1	13,0	6,13	42,7
60 лет				
55	162,6	7,09	3,55	23,2
65	153,0	8,02	3,82	27,9
75	145,2	8,91	4,07	32,8
85	138,7	9,78	4,31	37,7
95	133,2	10,6	4,53	42,7

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
80 лет				
55	194,4	6,31	2,86	24,4
65	182,9	7,13	3,09	29,5
75	173,6	7,93	3,29	34,5
85	165,8	8,70	3,48	39,7
95	159,2	9,44	3,65	45,0
100 лет				
55	220,1	5,84	2,43	26,3
65	207,1	6,61	2,62	31,7
75	196,5	7,35	2,79	37,1
85	187,8	8,06	2,95	42,7
95	180,3	8,75	3,10	48,3
120 лет				
55	241,4	5,54	2,12	28,4
65	227,1	6,27	2,29	34,3
75	215,6	6,97	2,44	40,2
85	205,9	7,64	2,58	46,2
95	197,8	8,30	2,71	52,3
140 лет				
55	259,4	5,34	1,89	30,8
65	244,0	6,04	2,04	37,1
75	231,6	6,71	2,17	43,6
85	221,3	7,36	2,30	50,1
95	212,5	7,99	2,42	56,7
160 лет				
55	274,7	5,19	1,72	33,4
65	258,5	5,87	1,85	40,3
75	245,3	6,52	1,97	47,2
85	234,4	7,15	2,08	54,3
95	225,0	7,77	2,19	61,5
180 лет				
55	287,9	5,08	1,57	36,2
65	270,9	5,75	1,70	43,6
75	257,1	6,39	1,81	51,1
85	245,7	7,01	1,91	58,8
95	235,9	7,61	2,01	66,5
200 лет				
55	299,5	5,00	1,46	39,1
65	281,7	5,66	1,57	47,1
75	267,4	6,29	1,67	55,2
85	255,5	6,90	1,77	63,5
95	245,3	7,49	1,86	71,9
<b>5 зональный пояс</b>				
10 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	22,9	26,3	13,5	43,2
65	21,6	29,7	14,6	52,0
75	20,5	33,1	15,5	61,0
85	19,6	36,3	16,4	70,2
95	18,8	39,4	17,3	79,4
20 лет				
55	46,2	15,0	8,0	26,9
65	43,5	16,9	8,6	32,4
75	41,3	18,8	9,2	38,0
85	39,4	20,6	9,7	43,7
95	37,8	22,4	10,2	49,5
40 лет				
55	82,7	9,63	4,72	21,8
65	77,8	10,9	5,09	26,3
75	73,8	12,1	5,42	30,8
85	70,6	13,3	5,73	35,4
95	67,7	14,4	6,03	40,1
60 лет				
55	110,1	7,87	3,49	21,7
65	103,6	8,91	3,76	26,2
75	98,3	9,90	4,00	30,7
85	93,9	10,9	4,23	35,3
95	90,2	11,8	4,45	40,0
80 лет				
55	131,5	7,00	2,82	22,9
65	123,8	7,92	3,03	27,6
75	117,5	8,81	3,23	32,4
85	112,2	9,66	3,42	37,3
95	107,8	10,5	3,59	42,2
100 лет				
55	148,9	6,49	2,39	24,6
65	140,1	7,34	2,57	29,7
75	133,0	8,16	2,74	34,8

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
85	127,1	8,95	2,90	40,0
95	122,0	9,72	3,04	45,3
120 лет				
55	163,4	6,15	2,09	26,7
65	153,7	6,96	2,25	32,1
75	145,9	7,74	2,39	37,7
85	139,4	8,49	2,53	43,3
95	133,8	9,22	2,66	49,1
140 лет				
55	175,5	5,92	1,86	28,9
65	165,2	6,70	2,01	34,8
75	156,8	7,45	2,14	40,9
85	149,8	8,17	2,26	47,0
95	143,8	8,87	2,37	53,2
160 лет				
55	185,9	5,76	1,69	31,3
65	174,9	6,52	1,82	37,8
75	166,0	7,24	1,94	44,3
85	158,6	7,95	2,05	50,9
95	152,3	8,63	2,15	57,6
180 лет				
55	194,9	5,64	1,55	33,9
65	183,3	6,38	1,67	40,9
75	174,0	7,09	1,78	47,9
85	166,2	7,78	1,88	55,1
95	159,6	8,45	1,97	62,4
200 лет				
55	202,7	5,55	1,43	36,6
65	190,7	6,28	1,54	44,1
75	181,0	6,98	1,65	51,8
85	172,9	7,66	1,74	59,5
95	166,0	8,32	1,83	67,4

### Осина и тополи

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
<b>2 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	79,1	22,9	19,5	24,6
65	108,1	24,5	19,5	22,4
75	141,2	26,0	19,5	20,6
85	178,4	27,3	19,5	19,2
95	219,6	28,6	19,5	18,1

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
20 лет				
55	59,5	13,4	10,9	39,2
65	81,2	14,3	10,9	35,7
75	106,2	15,2	10,9	32,9
85	134,1	16,0	10,9	30,7
95	165,1	16,7	10,9	28,8
40 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	59,7	8,69	6,13	50,4
65	81,6	9,30	6,13	45,8
75	106,6	9,85	6,13	42,2
85	134,7	10,4	6,13	39,4
95	165,8	10,8	6,13	37,0
60 лет				
55	68,5	7,10	4,37	52,7
65	93,5	7,59	4,37	48,0
75	122,2	8,05	4,37	44,2
85	154,4	8,46	4,37	41,2
95	190,1	8,85	4,37	38,7
80 лет				
55	80,1	6,28	3,43	52,1
65	109,4	6,72	3,43	47,4
75	143,0	7,13	3,43	43,7
85	180,7	7,50	3,43	40,7
95	222,4	7,84	3,43	38,2
100 лет				
55	93,6	5,79	2,85	50,3
65	127,9	6,20	2,85	45,8
75	167,2	6,57	2,85	42,2
85	211,2	6,91	2,85	39,3
95	260,0	7,23	2,85	36,9
120 лет				
55	108,8	5,46	2,45	48,1
65	148,6	5,85	2,45	43,7
75	194,2	6,20	2,45	40,3
85	245,4	6,52	2,45	37,6
95	302,0	6,82	2,45	35,3
140 лет				
55	125,4	5,23	2,15	45,7
65	171,4	5,60	2,15	41,6
75	223,9	5,93	2,15	38,4
85	282,9	6,24	2,15	35,7
95	348,2	6,53	2,15	33,6
160 лет				
55	143,5	5,06	1,93	43,4
65	196,1	5,41	1,93	39,5
75	256,2	5,74	1,93	36,4
85	323,7	6,04	1,93	33,9
95	398,5	6,31	1,93	31,9
180 лет				
55	163,1	4,93	1,75	41,2
65	222,9	5,27	1,75	37,5
75	291,2	5,59	1,75	34,5

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
85	367,9	5,88	1,75	32,2
95	452,9	6,15	1,75	30,2
200 лет				
55	184,2	4,83	1,60	39,1
65	251,7	5,17	1,60	35,6
75	328,8	5,47	1,60	32,8
85	415,4	5,76	1,60	30,5
95	511,4	6,02	1,60	28,7
<b>3 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	58,1	22,4	19,0	25,2
65	79,5	24,0	19,0	22,9
75	103,8	25,4	19,0	21,1
85	131,2	26,7	19,0	19,7
95	161,4	27,9	19,0	18,5
20 лет				
55	43,7	13,1	10,6	40,2
65	59,7	14,0	10,6	36,6
75	78,0	14,8	10,6	33,7
85	98,6	15,6	10,6	31,4
95	121,4	16,3	10,6	29,5
40 лет				
55	43,9	8,49	5,97	51,6
65	60,0	9,09	5,97	46,9
75	78,4	9,63	5,97	43,3
85	99,0	10,1	5,97	40,3
95	121,9	10,6	5,97	37,9
60 лет				
55	50,3	6,94	4,25	54,0
65	68,8	7,42	4,25	49,2
75	89,8	7,86	4,25	45,3
85	113,5	8,27	4,25	42,2
95	139,7	8,65	4,25	39,7
80 лет				
55	58,9	6,14	3,35	53,4
65	80,5	6,57	3,35	48,6
75	105,1	6,97	3,35	44,8
85	132,8	7,33	3,35	41,7
95	163,5	7,66	3,35	39,2
100 лет				
55	68,8	5,66	2,78	51,5
65	94,1	6,06	2,78	46,9
75	122,9	6,42	2,78	43,2
85	155,3	6,75	2,78	40,3
95	191,1	7,07	2,78	37,8

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
120 лет				
55	80,0	5,34	2,38	49,2
65	109,3	5,72	2,38	44,8
75	142,8	6,06	2,38	41,3
85	180,4	6,37	2,38	38,5
95	222,0	6,66	2,38	36,1
140 лет				
55	92,2	5,11	2,10	46,8
65	126,0	5,47	2,10	42,6
75	164,6	5,80	2,10	39,3
85	208,0	6,10	2,10	36,6
95	256,0	6,38	2,10	34,4
160 лет				
55	105,5	4,95	1,88	44,5
65	144,2	5,29	1,88	40,5
75	188,4	5,61	1,88	37,3
85	238,0	5,90	1,88	34,8
95	293,0	6,17	1,88	32,6
180 лет				
55	119,9	4,82	1,70	42,2
65	163,8	5,16	1,70	38,4
75	214,1	5,46	1,70	35,4
85	270,5	5,75	1,70	33,0
95	332,9	6,01	1,70	31,0
200 лет				
55	135,4	4,72	1,56	40,0
65	185,0	5,05	1,56	36,4
75	241,7	5,35	1,56	33,6
85	305,4	5,63	1,56	31,3
95	375,9	5,89	1,56	29,4
<b>4 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	74,0	23,0	19,3	24,5
65	101,1	24,6	19,3	22,3
75	132,0	26,1	19,3	20,5
85	166,8	27,4	19,3	19,1
95	205,4	28,7	19,3	18,0
20 лет				
55	55,6	13,4	10,8	39,0
65	76,0	14,4	10,8	35,5
75	99,3	15,2	10,8	32,8
85	125,4	16,0	10,8	30,5
95	154,4	16,7	10,8	28,7
40 лет				
55	55,8	8,72	6,06	50,1

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	76,3	9,33	6,06	45,6
75	99,7	9,89	6,06	42,1
85	125,9	10,4	6,06	39,2
95	155,0	10,9	6,06	36,8
60 лет				
55	64,0	7,12	4,32	52,5
65	87,5	7,62	4,32	47,8
75	114,3	8,07	4,32	44,0
85	144,4	8,49	4,32	41,0
95	177,7	8,89	4,32	38,5
80 лет				
55	74,9	6,31	3,40	51,9
65	102,3	6,75	3,40	47,2
75	133,7	7,15	3,40	43,5
85	168,9	7,52	3,40	40,5
95	208,0	7,87	3,40	38,1
100 лет				
55	87,6	5,81	2,82	50,1
65	119,6	6,22	2,82	45,6
75	156,3	6,59	2,82	42,0
85	197,5	6,93	2,82	39,1
95	243,1	7,25	2,82	36,7
120 лет				
55	101,7	5,48	2,42	47,9
65	139,0	5,87	2,42	43,5
75	181,6	6,22	2,42	40,1
85	229,4	6,54	2,42	37,4
95	282,4	6,84	2,42	35,1
140 лет				
55	117,3	5,25	2,13	45,5
65	160,2	5,62	2,13	41,4
75	209,4	5,95	2,13	38,2
85	264,5	6,26	2,13	35,6
95	325,6	6,55	2,13	33,4
160 лет				
55	134,2	5,08	1,90	43,2
65	183,4	5,43	1,90	39,3
75	239,6	5,76	1,90	36,3
85	302,7	6,06	1,90	33,8
95	372,6	6,34	1,90	31,7
180 лет				
55	152,5	4,95	1,73	41,0
65	208,4	5,29	1,73	37,3
75	272,3	5,61	1,73	34,4
85	344,0	5,90	1,73	32,0

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
95	423,5	6,17	1,73	30,1
200 лет				
55	172,2	4,85	1,58	38,9
65	235,3	5,18	1,58	35,4
75	307,5	5,49	1,58	32,6
85	388,5	5,78	1,58	30,4
95	478,2	6,05	1,58	28,6
<b>5 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	115,9	24,0	19,9	23,3
65	158,3	25,7	19,9	21,2
75	206,8	27,3	19,9	19,6
85	261,3	28,7	19,9	18,2
95	321,7	30,0	19,9	17,1
20 лет				
55	87,1	14,0	11,2	37,2
65	119,0	15,0	11,2	33,8
75	155,5	15,9	11,2	31,2
85	196,5	16,7	11,2	29,1
95	241,8	17,5	11,2	27,3
40 лет				
55	87,5	9,12	6,26	47,8
65	119,5	9,76	6,26	43,5
75	156,2	10,3	6,26	40,1
85	197,3	10,9	6,26	37,3
95	242,9	11,4	6,26	35,1
60 лет				
55	100,3	7,45	4,46	50,0
65	137,0	7,97	4,46	45,5
75	179,0	8,44	4,46	42,0
85	226,2	8,88	4,46	39,1
95	278,4	9,29	4,46	36,7
80 лет				
55	117,3	6,60	3,51	49,4
65	160,3	7,06	3,51	44,9
75	209,5	7,48	3,51	41,4
85	264,6	7,87	3,51	38,6
95	325,8	8,23	3,51	36,3

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
<b>2 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	34,6	9,79	25,9	4,60

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
100 лет				
55	137,2	6,08	2,91	47,7
65	187,4	6,50	2,91	43,4
75	244,9	6,89	2,91	40,0
85	309,4	7,25	2,91	37,3
95	380,8	7,59	2,91	35,0
120 лет				
55	159,4	5,73	2,50	45,6
65	217,7	6,14	2,50	41,5
75	284,5	6,50	2,50	38,2
85	359,4	6,84	2,50	35,6
95	442,4	7,16	2,50	33,5
140 лет				
55	183,7	5,49	2,20	43,4
65	251,0	5,88	2,20	39,4
75	328,0	6,23	2,20	36,4
85	414,4	6,55	2,20	33,9
95	510,1	6,85	2,20	31,8
160 лет				
55	210,3	5,31	1,97	41,2
65	287,3	5,68	1,97	37,4
75	375,3	6,02	1,97	34,5
85	474,2	6,33	1,97	32,2
95	583,7	6,63	1,97	30,2
180 лет				
55	238,9	5,17	1,78	39,1
65	326,5	5,54	1,78	35,5
75	426,5	5,87	1,78	32,8
85	538,9	6,17	1,78	30,5
95	663,4	6,45	1,78	28,7
200 лет				
55	269,8	5,07	1,63	37,1
65	368,6	5,42	1,63	33,7
75	481,6	5,74	1,63	31,1
85	608,5	6,04	1,63	29,0
95	749,1	6,32	1,63	27,2

### Дуб

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	33,9	11,7	24,3	8,23
75	33,2	13,7	23,0	13,5
85	32,7	15,7	22,0	20,9

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
95	32,2	17,7	21,1	30,8
20 лет				
55	68,3	7,75	13,9	5,90
65	66,8	9,28	13,0	10,6
75	65,6	10,8	12,4	17,4
85	64,5	12,4	11,8	26,8
95	63,5	14,0	11,3	39,5
40 лет				
55	134,7	5,43	7,45	6,28
65	131,8	6,50	7,00	11,2
75	129,3	7,59	6,63	18,5
85	127,1	8,69	6,32	28,6
95	125,3	9,80	6,06	42,1
60 лет				
55	200,4	4,17	5,18	5,98
65	196,0	4,99	4,86	10,7
75	192,3	5,83	4,61	17,6
85	189,1	6,67	4,39	27,2
95	186,4	7,52	4,21	40,0
80 лет				
55	265,7	3,36	4,00	5,55
65	259,8	4,03	3,75	9,93
75	254,9	4,71	3,56	16,3
85	250,7	5,39	3,39	25,3
95	247,0	6,08	3,25	37,2
100 лет				
55	330,6	2,81	3,27	5,13
65	323,3	3,37	3,07	9,18
75	317,2	3,93	2,91	15,1
85	312,0	4,50	2,78	23,3
95	307,4	5,07	2,66	34,4
120 лет				
55	395,2	2,40	2,78	4,74
65	386,5	2,88	2,61	8,48
75	379,2	3,36	2,47	13,9
85	373,0	3,85	2,36	21,6
95	367,5	4,34	2,26	31,8
140 лет				
55	459,6	2,09	2,42	4,39
65	449,5	2,50	2,27	7,85
75	441,0	2,92	2,15	12,9
85	433,8	3,35	2,05	20,0
95	427,4	3,78	1,97	29,4
160 лет				

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
55	523,9	1,84	2,15	4,08
65	512,3	2,21	2,01	7,29
75	502,7	2,58	1,91	12,0
85	494,4	2,95	1,82	18,5
95	487,1	3,33	1,75	27,3
180 лет				
55	587,9	1,65	1,93	3,80
65	575,0	1,97	1,81	6,79
75	564,2	2,30	1,72	11,2
85	554,8	2,63	1,64	17,3
95	546,7	2,97	1,57	25,4
200 лет				
55	651,9	1,48	1,76	3,55
65	637,5	1,77	1,65	6,34
75	625,5	2,07	1,56	10,4
85	615,2	2,37	1,49	16,1
95	606,1	2,67	1,43	23,8
<b>3 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	22,34	13,1	22,6	6,05
65	21,8	15,7	21,2	10,8
75	21,4	18,3	20,1	17,8
85	21,1	20,9	19,2	27,5
95	20,8	23,6	18,4	40,5
20 лет				
55	44,1	10,4	12,1	7,76
65	43,1	12,4	11,4	13,9
75	42,3	14,5	10,8	22,8
85	41,6	16,6	10,3	35,3
95	41,0	18,7	9,9	52,0
40 лет				
55	86,9	7,25	6,51	8,26
65	85,0	8,69	6,11	14,8
75	83,4	10,1	5,79	24,3
85	82,0	11,6	5,52	37,6
95	80,8	13,1	5,30	55,3
60 лет				
55	129,2	5,56	4,53	7,86
65	126,4	6,66	4,25	14,1
75	124,0	7,78	4,02	23,1
85	122,0	8,91	3,84	35,8
95	120,2	10,0	3,68	52,7
80 лет				
55	171,3	4,49	3,50	7,30

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
65	167,5	5,38	3,28	13,1
75	164,4	6,28	3,11	21,5
85	161,7	7,20	2,96	33,2
95	159,3	8,12	2,84	48,9
100 лет				
55	213,2	3,75	2,86	6,75
65	208,5	4,50	2,68	12,1
75	204,5	5,25	2,54	19,9
85	201,2	6,01	2,43	30,7
95	198,2	6,78	2,33	45,2
120 лет				
55	254,8	3,21	2,43	6,24
65	249,2	3,84	2,28	11,2
75	244,5	4,49	2,16	18,3
85	240,5	5,14	2,06	28,4
95	237,0	5,80	1,97	41,8
140 лет				
55	296,4	2,79	2,11	5,77
65	289,9	3,35	1,98	10,3
75	284,4	3,91	1,88	17,0
85	279,7	4,47	1,79	26,3
95	275,6	5,04	1,72	38,7
160 лет				
55	337,8	2,46	1,88	5,36
65	330,4	2,95	1,76	9,59
75	324,1	3,45	1,67	15,8
85	318,8	3,95	1,59	24,4
95	314,1	4,45	1,52	35,9
180 лет				
55	379,1	2,20	1,69	4,99
65	370,8	2,63	1,58	8,93
75	363,8	3,07	1,50	14,7
85	357,8	3,52	1,43	22,7
95	352,5	3,97	1,37	33,5
200 лет				
55	420,3	1,98	1,53	4,67
65	411,1	2,37	1,44	8,35
75	403,3	2,77	1,36	13,7
85	396,7	3,17	1,30	21,2
95	390,8	3,57	1,25	31,3
<b>4 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	21,87	13,3	23,5	5,33
65	21,4	16,0	22,1	9,54

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
75	21,0	18,6	20,9	15,7
85	20,6	21,3	19,9	24,3
95	20,3	24,1	19,1	35,7
20 лет				
55	43,1	10,6	12,6	6,84
65	42,2	12,6	11,8	12,2
75	41,4	14,8	11,2	20,1
85	40,7	16,9	10,7	31,1
95	40,1	19,1	10,3	45,8
40 лет				
55	85,0	7,39	6,77	7,28
65	83,2	8,86	6,35	13,0
75	81,6	10,3	6,02	21,4
85	80,3	11,8	5,74	33,1
95	79,1	13,4	5,50	48,7
60 лет				
55	126,5	5,67	4,70	6,93
65	123,7	6,80	4,41	12,4
75	121,4	7,93	4,18	20,4
85	119,4	9,08	3,99	31,5
95	117,6	10,2	3,82	46,4
80 лет				
55	167,7	4,58	3,63	6,43
65	164,0	5,49	3,41	11,5
75	160,9	6,41	3,23	18,9
85	158,3	7,34	3,08	29,3
95	155,9	8,28	2,95	43,1
100 лет				
55	208,7	3,83	2,97	5,94
65	204,1	4,59	2,79	10,6
75	200,2	5,35	2,64	17,5
85	196,9	6,13	2,52	27,0
95	194,0	6,91	2,42	39,8
120 лет				
55	249,5	3,27	2,52	5,49
65	244,0	3,92	2,37	9,82
75	239,4	4,58	2,24	16,2
85	235,4	5,24	2,14	25,0
95	232,0	5,91	2,05	36,8
140 лет				
55	290,1	2,85	2,20	5,09
65	283,8	3,41	2,06	9,10
75	278,4	3,98	1,95	15,0
85	273,8	4,56	1,86	23,1

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
95	269,8	5,14	1,79	34,1
160 лет				
55	330,7	2,51	1,95	4,72
65	323,4	3,01	1,83	8,45
75	317,3	3,51	1,73	13,9
85	312,1	4,02	1,65	21,5
95	307,5	4,54	1,58	31,6
180 лет				
55	371,1	2,24	1,75	4,40
65	363,0	2,68	1,65	7,87
75	356,1	3,13	1,56	12,9
85	350,2	3,59	1,49	20,0
95	345,1	4,05	1,43	29,5
200 лет				
55	411,5	2,02	1,59	4,11
65	402,4	2,42	1,50	7,35
75	394,8	2,82	1,42	12,1
85	388,3	3,23	1,35	18,7
95	382,6	3,64	1,30	27,5
<b>5 зональный пояс</b>				
10 лет				
55	25,39	12,2	26,1	4,02
65	24,8	14,6	24,5	7,19
75	24,4	17,0	23,2	11,8
85	24,0	19,5	22,2	18,3
95	23,6	22,0	21,3	26,9
20 лет				
55	50,1	9,6	14,0	5,16
65	49,0	11,5	13,2	9,22
75	48,0	13,5	12,5	15,2
85	47,3	15,4	11,9	23,4
95	46,6	17,4	11,4	34,5
40 лет				
55	98,7	6,75	7,53	5,49
65	96,6	8,09	7,07	9,82
75	94,7	9,44	6,69	16,1
85	93,2	10,8	6,38	25,0
95	91,8	12,2	6,12	36,8
60 лет				
55	146,9	5,18	5,23	5,22
65	143,6	6,20	4,91	9,34
75	140,9	7,24	4,65	15,4
85	138,6	8,29	4,44	23,8
95	136,6	9,35	4,25	35,0

<i>ICKh</i>	<i>M</i>	<i>ZRa</i>	<i>ZRr</i>	<i>ZRu</i>
80 лет				
55	194,7	4,18	4,04	4,85
65	190,4	5,01	3,79	8,68
75	186,8	5,85	3,59	14,3
85	183,7	6,70	3,43	22,1
95	181,0	7,56	3,28	32,5
100 лет				
55	242,3	3,49	3,31	4,48
65	236,9	4,19	3,10	8,02
75	232,5	4,89	2,94	13,2
85	228,6	5,60	2,80	20,4
95	225,3	6,31	2,69	30,0
120 лет				
55	289,6	2,99	2,81	4,14
65	283,3	3,58	2,63	7,41
75	277,9	4,18	2,50	12,2
85	273,3	4,78	2,38	18,8
95	269,3	5,40	2,28	27,7
140 лет				
55	336,8	2,60	2,44	3,84
65	329,4	3,11	2,29	6,86
75	323,2	3,64	2,17	11,3
85	317,9	4,16	2,07	17,4
95	313,2	4,70	1,99	25,7
160 лет				
55	383,9	2,29	2,17	3,56
65	375,5	2,75	2,03	6,37
75	368,4	3,21	1,93	10,5
85	362,3	3,67	1,84	16,2
95	357,0	4,14	1,76	23,9
180 лет				
55	430,9	2,05	1,95	3,32
65	421,4	2,45	1,83	5,93
75	413,4	2,86	1,73	9,76
85	406,6	3,28	1,65	15,1
95	400,6	3,70	1,59	22,2
200 лет				
55	477,7	1,84	1,77	3,10
65	467,2	2,21	1,66	5,54
75	458,4	2,58	1,58	9,12
85	450,8	2,95	1,50	14,1
95	444,2	3,33	1,44	20,8



Таблица возрастных трендов изменения запаса стволовой древесины и ПАА лесобразующих пород по зональным поясам и в пределах каждого – в связи с задаваемыми значениями индекса континентальности (обозначения см. в тексте)

## Сосна

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>м<sup>3</sup>/за</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>м<sup>3</sup>/за</i>	<i>Za/Pf</i>
10	1	55	7,80	5,64	160	2	85	79,7	0,89
		65	7,52	3,20			95	77,7	0,61
		75	7,28	1,97			55	86,2	3,68
		85	7,08	1,29			65	83,0	2,08
		95	6,91	0,88			75	80,4	1,28
20		55	24,6	5,89	180		85	78,2	0,84
		65	23,7	3,34			95	76,3	0,57
		75	23,0	2,05			55	83,8	3,48
		85	22,3	1,34			65	80,8	1,98
		95	21,8	0,92			75	78,2	1,22
40		55	53,9	5,56	200		85	76,1	0,79
		65	51,9	3,15			95	74,2	0,54
		75	50,3	1,94			55	81,1	3,31
		85	48,9	1,27			65	78,1	1,88
		95	47,7	0,87			75	75,7	1,16
60	55	71,9	5,14	10	85	73,6	0,76		
	65	69,3	2,91		95	71,8	0,52		
	75	67,1	1,79		55	22,5	4,83		
	85	65,3	1,17		65	21,7	2,74		
	95	63,7	0,80		75	21,0	1,68		
80	55	81,8	4,75	20	85	20,5	1,10		
	65	78,8	2,70		95	20,0	0,75		
	75	76,3	1,66		55	71,1	5,04		
	85	74,2	1,08		65	68,5	2,86		
	95	72,4	0,74		75	66,4	1,76		
100	55	86,6	4,42	40	85	64,6	1,15		
	65	83,4	2,51		95	63,0	0,79		
	75	80,8	1,54		55	155,6	4,76		
	85	78,6	1,01		65	149,9	2,70		
	95	76,7	0,69		75	145,2	1,66		
120	55	88,1	4,14	60	85	141,3	1,09		
	65	84,9	2,35		95	137,8	0,74		
	75	82,3	1,44		55	207,7	4,40		
	85	80,0	0,94		65	200,1	2,49		
	95	78,1	0,65		75	193,9	1,53		
140	55	87,8	3,89	80	85	188,5	1,00		
	65	84,6	2,21		95	183,9	0,69		
	75	81,9	1,36		55	236,3	4,07		

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		65	227,7	2,31	40		55	190,8	4,94
		75	220,5	1,42			65	183,9	2,80
		85	214,5	0,93			75	178,1	1,72
		95	209,2	0,64			85	173,2	1,13
100		55	250,0	3,79	60		95	169,0	0,77
		65	240,9	2,15			55	254,7	4,56
		75	233,4	1,32			65	245,4	2,59
		85	227,0	0,86			75	237,7	1,59
120		95	221,4	0,59	80		85	231,2	1,04
		55	254,6	3,54			95	225,6	0,71
		65	245,3	2,01			55	289,8	4,22
		75	237,7	1,24			65	279,2	2,39
140		85	231,1	0,81	100		75	270,5	1,47
		95	225,5	0,55			85	263,0	0,96
		55	253,5	3,33			95	256,6	0,66
		65	244,3	1,89			55	306,6	3,93
160		75	236,6	1,16	120		65	295,5	2,23
		85	230,1	0,76			75	286,2	1,37
		95	224,5	0,52			85	278,4	0,90
		55	248,9	3,15			95	271,6	0,61
180		65	239,8	1,78	140		55	312,3	3,68
		75	232,3	1,10			65	300,9	2,09
		85	225,9	0,72			75	291,5	1,28
		95	220,4	0,49			85	283,5	0,84
200		55	242,1	2,98	160		95	276,6	0,57
		65	233,3	1,69			55	310,9	3,46
		75	226,0	1,04			65	299,6	1,96
		85	219,8	0,68			75	290,2	1,21
10	3	95	214,4	0,47	180		85	282,2	0,79
		55	234,1	2,84			95	275,3	0,54
		65	225,6	1,61			55	305,2	3,26
		75	218,6	0,99			65	294,1	1,85
20	3	85	212,6	0,65	200		75	284,9	1,14
		95	207,4	0,44			85	277,1	0,74
		55	27,6	5,01			95	270,3	0,51
		65	26,6	2,84			55	296,9	3,09
		75	25,8	1,75			65	286,1	1,75
		85	25,1	1,14			75	277,2	1,08
		95	24,5	0,78			85	269,6	0,71
		55	87,2	5,23			95	263,0	0,48
		65	84,0	2,97			55	287,2	2,94
		75	81,4	1,82			65	276,7	1,67
		85	79,2	1,19			75	268,0	1,03
		95	77,2	0,82			85	260,7	0,67

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		95	254,3	0,46
10	4	55	26,5	5,44
		65	25,6	3,09
		75	24,8	1,90
		85	24,1	1,24
		95	23,5	0,85
20		55	83,6	5,68
		65	80,6	3,22
		75	78,1	1,98
		85	75,9	1,30
		95	74,1	0,89
40		55	183,1	5,37
		65	176,4	3,05
		75	170,9	1,87
		85	166,2	1,22
		95	162,1	0,84
60		55	244,3	4,96
		65	235,4	2,81
		75	228,0	1,73
		85	221,8	1,13
		95	216,4	0,78
80	55	277,9	4,59	
	65	267,8	2,60	
	75	259,4	1,60	
	85	252,3	1,05	
	95	246,1	0,72	
100	55	294,1	4,27	
	65	283,4	2,42	
	75	274,5	1,49	
	85	267,0	0,97	
	95	260,5	0,67	
120	55	299,5	4,00	
	65	288,6	2,27	
	75	279,6	1,39	
	85	271,9	0,91	
	95	265,3	0,62	
140	55	298,2	3,76	
	65	287,3	2,13	
	75	278,4	1,31	
	85	270,7	0,86	
	95	264,1	0,59	
160	55	292,8	3,55	
	65	282,1	2,01	
	75	273,3	1,24	

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		85	265,8	0,81
180	5	95	259,3	0,55
		55	284,8	3,36
		65	274,5	1,91
		75	265,9	1,17
		85	258,6	0,77
200		95	252,3	0,53
		55	275,4	3,20
		65	265,4	1,81
		75	257,1	1,12
		85	250,0	0,73
10		95	243,9	0,50
		55	23,1	6,00
		65	22,2	3,40
		75	21,5	2,09
		85	21,0	1,37
20		95	20,4	0,94
		55	72,8	6,26
		65	70,1	3,55
		75	68,0	2,19
		85	66,1	1,43
40	95	64,5	0,98	
	55	159,3	5,92	
	65	153,5	3,36	
	75	148,7	2,06	
	85	144,6	1,35	
60	95	141,1	0,93	
	55	212,6	5,46	
	65	204,9	3,10	
	75	198,5	1,91	
	85	193,0	1,25	
80	95	188,3	0,85	
	55	241,9	5,06	
	65	233,1	2,87	
	75	225,8	1,76	
	85	219,6	1,15	
100	95	214,2	0,79	
	55	256,0	4,71	
	65	246,7	2,67	
	75	238,9	1,64	
	85	232,4	1,07	
120	95	226,7	0,74	
	55	260,7	4,40	
	65	251,2	2,50	

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
		75	243,3	1,54
		85	236,6	1,00
		95	230,9	0,69
140		55	259,5	4,14
		65	250,1	2,35
		75	242,3	1,44
		85	235,6	0,94
160		95	229,9	0,65
		55	254,8	3,91
		65	245,5	2,22
		75	237,8	1,36
		85	231,3	0,89

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
		95	225,7	0,61
		55	247,9	3,71
		65	238,9	2,10
180		75	231,4	1,29
		85	225,0	0,85
		95	219,6	0,58
		55	239,7	3,52
200		65	231,0	2,00
		75	223,8	1,23
		85	217,6	0,80
		95	212,3	0,55

### Лиственница

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
10		55	10,8	5,51
		65	9,70	4,91
		75	8,83	4,46
		85	8,13	4,09
		95	7,55	3,79
20		55	25,5	4,20
		65	22,8	3,75
		75	20,8	3,40
		85	19,1	3,12
40		95	17,8	2,89
		55	46,9	3,26
		65	42,0	2,91
60		75	38,2	2,64
		85	35,2	2,42
		95	32,7	2,24
		55	59,8	2,83
80		65	53,5	2,53
		75	48,7	2,29
		85	44,8	2,10
100		95	41,6	1,95
		55	67,4	2,57
		65	60,3	2,30
		75	54,9	2,08
		85	50,5	1,91
		95	46,9	1,77
		55	71,8	2,39
		65	64,3	2,14
		75	58,5	1,94

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
		85	53,8	1,78
		95	50,0	1,65
		55	74,2	2,26
120		65	66,5	2,02
		75	60,5	1,83
		85	55,7	1,68
		95	51,7	1,56
140		55	75,3	2,15
		65	67,5	1,92
		75	61,4	1,74
160		85	56,5	1,60
		95	52,5	1,48
		55	75,6	2,07
		65	67,6	1,84
180		75	61,5	1,67
		85	56,6	1,54
		95	52,6	1,42
200		55	75,2	2,00
		65	67,3	1,78
		75	61,2	1,61
		85	56,3	1,48
		95	52,3	1,37
		55	74,4	1,93
		65	66,6	1,73
10	2	75	60,6	1,56
		85	55,8	1,44
		95	51,8	1,33

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		65	29,7	4,54
		75	27,0	4,12
		85	24,9	3,78
		95	23,1	3,51
20		55	78,1	3,88
		65	69,9	3,46
		75	63,6	3,14
		85	58,5	2,88
40		95	54,4	2,67
		55	143,6	3,01
		65	128,5	2,69
		75	116,9	2,44
60		85	107,6	2,24
		95	100,0	2,07
		55	182,8	2,62
		65	163,7	2,34
80		75	148,9	2,12
		85	137,0	1,95
		95	127,3	1,80
		55	206,2	2,38
100		65	184,6	2,12
		75	167,9	1,93
		85	154,5	1,77
		95	143,6	1,64
120		55	219,8	2,21
		65	196,7	1,97
		75	179,0	1,79
		85	164,7	1,64
140		95	153,0	1,52
		55	227,2	2,09
		65	203,4	1,86
		75	185,0	1,69
160		85	170,3	1,55
		95	158,2	1,44
		55	230,5	1,99
		65	206,4	1,78
		75	187,7	1,61
		85	172,8	1,48
		95	160,5	1,37
		55	231,2	1,91
		65	207,0	1,71
		75	188,3	1,55
		85	173,3	1,42
		95	161,0	1,32

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
180		55	230,0	1,84
		65	205,9	1,65
		75	187,3	1,49
		85	172,4	1,37
200		95	160,2	1,27
		55	227,6	1,79
		65	203,8	1,60
		75	185,3	1,45
10		85	170,6	1,33
		95	158,5	1,23
		55	63,8	4,86
		65	57,1	4,34
20		75	52,0	3,94
		85	47,8	3,61
		95	44,4	3,35
		55	150,2	3,71
40		65	134,5	3,31
		75	122,3	3,00
		85	112,6	2,76
		95	104,6	2,55
60		55	276,2	2,88
		65	247,2	2,57
		75	224,9	2,33
		85	207,0	2,14
80		95	192,3	1,98
		55	351,7	2,50
		65	314,8	2,23
		75	286,4	2,02
100		85	263,6	1,86
		95	244,9	1,72
		55	396,6	2,27
		65	355,0	2,03
120		75	322,9	1,84
		85	297,2	1,69
		95	276,1	1,56
		55	422,7	2,11
100		65	378,4	1,89
		75	344,2	1,71
		85	316,8	1,57
		95	294,3	1,46
120		55	437,0	2,00
		65	391,2	1,78
		75	355,8	1,61
		85	327,5	1,48

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>m<sup>3</sup>/2a</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>m<sup>3</sup>/2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		95	304,3	1,37			85	472,8	1,63
		55	443,4	1,90			95	439,2	1,51
		65	397,0	1,70			55	672,4	2,05
		75	361,1	1,54			65	602,0	1,83
		85	332,4	1,41			75	547,5	1,66
		95	308,8	1,31			85	504,0	1,52
		55	444,7	1,83			95	468,2	1,41
		65	398,1	1,63			55	695,1	1,93
		75	362,1	1,48			65	622,3	1,72
		85	333,3	1,36			75	566,0	1,56
		95	309,7	1,26			85	521,0	1,43
		55	442,4	1,76			95	484,0	1,33
		65	396,1	1,57			55	705,4	1,84
		75	360,3	1,43			65	631,5	1,64
		85	331,6	1,31			75	574,4	1,49
		95	308,1	1,21			85	528,7	1,37
		55	437,8	1,71			95	491,2	1,27
		65	391,9	1,52			55	707,4	1,77
		75	356,5	1,38			65	633,3	1,58
		85	328,1	1,27			75	576,0	1,43
		95	304,8	1,18			85	530,2	1,31
		55	101,5	4,71			95	492,6	1,22
		65	90,9	4,20			55	703,8	1,71
		75	82,6	3,81			65	630,1	1,52
		85	76,1	3,50			75	573,1	1,38
		95	70,7	3,24			85	527,5	1,27
		55	238,9	3,59			95	490,1	1,17
		65	213,9	3,20			55	696,4	1,65
		75	194,6	2,91			65	623,4	1,47
		85	179,1	2,67			75	567,1	1,34
		95	166,4	2,47			85	521,9	1,23
		55	439,3	2,79			95	484,9	1,14
		65	393,3	2,49			55	145,5	4,59
		75	357,7	2,25			65	130,2	4,10
		85	329,3	2,07			75	118,4	3,71
		95	305,9	1,92			85	109,0	3,41
		55	559,4	2,42			95	101,3	3,16
		65	500,8	2,16			55	342,4	3,50
		75	455,5	1,96			65	306,6	3,12
		85	419,3	1,80			75	278,9	2,83
		95	389,5	1,67			85	256,7	2,60
		55	630,8	2,20			95	238,5	2,41
		65	564,7	1,96			55	629,6	2,72
		75	513,7	1,78			65	563,7	2,42

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		75	512,7	2,20
		85	471,9	2,02
		95	438,4	1,87
60		55	801,8	2,36
		65	717,8	2,11
		75	652,9	1,91
		85	601,0	1,75
80		95	558,3	1,63
		55	904,1	2,15
		65	809,4	1,91
		75	736,2	1,74
100		85	677,7	1,59
		95	629,6	1,48
		55	963,8	2,00
		65	862,8	1,78
120		75	784,8	1,61
		85	722,4	1,48
		95	671,1	1,37
		55	996,3	1,88
		65	891,9	1,68
		75	811,3	1,52
		85	746,7	1,40

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		95	693,7	1,30
		55	1011	1,80
		65	905,1	1,60
140		75	823,3	1,45
		85	757,8	1,33
		95	704,0	1,24
		55	1013	1,72
160		65	907,7	1,54
		75	825,7	1,39
		85	760,0	1,28
		95	706,0	1,19
180		55	1009	1,66
		65	903,1	1,48
		75	821,5	1,35
		85	756,1	1,24
200		95	702,4	1,14
		55	998,1	1,61
		65	893,6	1,44
		75	812,8	1,30
		85	748,1	1,20
		95	695,0	1,11

### Ель и пихта

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
10	1	55	61,0	1,55
		65	50,4	1,58
		75	42,7	1,60
		85	37,0	1,63
		95	32,5	1,65
20	1	55	119,2	0,95
		65	98,4	0,97
		75	83,4	0,99
		85	72,2	1,00
40	1	95	63,5	1,01
		55	199,3	0,66
		65	164,4	0,68
		75	139,5	0,69
60	1	85	120,7	0,70
		95	106,2	0,71
		55	250,4	0,57
		65	206,6	0,58
		75	175,2	0,59
		85	151,7	0,60

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
80		95	133,5	0,61
		55	285,1	0,53
		65	235,2	0,54
		75	199,5	0,55
		85	172,7	0,56
100		95	152,0	0,56
		55	309,5	0,50
		65	255,3	0,52
		75	216,6	0,52
120		85	187,5	0,53
		95	165,0	0,54
		55	327,0	0,49
		65	269,8	0,50
140		75	228,8	0,51
		85	198,1	0,52
		95	174,3	0,52
		55	339,8	0,48
		65	280,3	0,49
		75	237,7	0,50

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		85	205,8	0,51
		95	181,1	0,52
160		55	349,0	0,48
		65	287,9	0,49
		75	244,2	0,50
		85	211,4	0,50
		95	186,0	0,51
180		55	355,6	0,48
		65	293,4	0,49
		75	248,8	0,50
		85	215,4	0,50
200		95	189,5	0,51
		55	360,3	0,48
		65	297,3	0,49
		75	252,1	0,49
10		85	218,3	0,50
		95	192,0	0,51
		55	90,3	1,35
		65	74,5	1,38
		75	63,2	1,41
20		85	54,7	1,43
		95	48,1	1,45
		55	176,5	0,83
		65	145,6	0,85
		75	123,5	0,86
40		85	106,9	0,88
		95	94,0	0,89
		55	295,0	0,58
		65	243,4	0,59
		75	206,4	0,60
60		85	178,7	0,61
		95	157,2	0,62
		55	370,6	0,50
		65	305,8	0,51
		75	259,3	0,52
80		85	224,5	0,53
		95	197,5	0,54
		55	422,0	0,46
		65	348,1	0,47
		75	295,2	0,48
100		85	255,6	0,49
		95	224,9	0,49
		55	458,1	0,44
		65	377,9	0,45

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		75	320,5	0,46
		85	277,5	0,47
120		95	244,1	0,47
		55	484,0	0,43
		65	399,3	0,44
		75	338,7	0,45
		85	293,2	0,45
140		95	258,0	0,46
		55	502,8	0,42
		65	414,8	0,43
		75	351,8	0,44
		85	304,6	0,45
160		95	268,0	0,45
		55	516,5	0,42
		65	426,1	0,43
		75	361,4	0,44
		85	312,9	0,44
180		95	275,3	0,45
		55	526,3	0,42
		65	434,2	0,43
		75	368,3	0,43
		85	318,9	0,44
200		95	280,5	0,45
		55	533,3	0,42
		65	440,0	0,43
		75	373,1	0,43
		85	323,0	0,44
10		95	284,2	0,45
		55	113,6	1,68
		65	93,7	1,71
		75	79,5	1,74
		85	68,8	1,77
20		95	60,6	1,79
		55	221,9	1,03
		65	183,1	1,05
		75	155,3	1,07
		85	134,4	1,09
40		95	118,3	1,10
		55	371,0	0,72
		65	306,1	0,74
		75	259,6	0,75
		85	224,8	0,76
60		95	197,7	0,77
		55	466,2	0,62



<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		65	384,6	0,63	20		55	261,2	1,37
		75	326,2	0,64			65	215,5	1,39
		85	282,4	0,65			75	182,7	1,42
		95	248,5	0,66			85	158,2	1,44
80		55	530,7	0,57	40		95	139,2	1,46
		65	437,9	0,59			55	436,6	0,95
		75	371,3	0,60			65	360,2	0,97
		85	321,5	0,60			75	305,5	0,99
100		95	282,9	0,61	60		85	264,5	1,01
		55	576,1	0,55			95	232,7	1,02
		65	475,3	0,56			55	548,5	0,82
		75	403,1	0,57			65	452,6	0,84
120		85	349,0	0,58	80		75	383,8	0,85
		95	307,1	0,58			85	332,3	0,87
		55	608,8	0,53			95	292,4	0,88
		65	502,2	0,54			55	624,5	0,76
140		75	425,9	0,55	100		65	515,2	0,78
		85	368,8	0,56			75	437,0	0,79
		95	324,5	0,57			85	378,3	0,80
		55	632,4	0,52			95	332,8	0,81
160		65	521,8	0,53	120		55	677,9	0,73
		75	442,5	0,54			65	559,3	0,74
		85	383,1	0,55			75	474,3	0,75
		95	337,1	0,56			85	410,7	0,76
180		55	649,6	0,52	140		95	361,3	0,78
		65	536,0	0,53			55	716,3	0,71
		75	454,6	0,54			65	591,0	0,72
		85	393,5	0,55			75	501,2	0,73
200		95	346,2	0,55	160		85	433,9	0,74
		55	662,0	0,52			95	381,8	0,75
		65	546,2	0,53			55	744,2	0,69
		75	463,2	0,54			65	614,0	0,71
10	4	85	401,0	0,55	180		75	520,7	0,72
		95	352,8	0,55			85	450,8	0,73
		55	670,7	0,52			95	396,6	0,74
		65	553,4	0,53			55	764,4	0,69
		75	469,3	0,54			65	630,7	0,70
		85	406,3	0,54			75	534,9	0,71
		95	357,5	0,55			85	463,1	0,73
		55	133,7	2,22			95	407,4	0,74
		65	110,3	2,27			55	779,0	0,69
		75	93,5	2,31			65	642,7	0,70
		85	81,0	2,34			75	545,1	0,71
		95	71,2	2,37			85	471,9	0,72

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
200		95	415,2	0,73
		55	789,2	0,69
		65	651,1	0,70
		75	552,2	0,71
		85	478,1	0,72
		95	420,6	0,73
10		55	151,7	2,98
		65	125,1	3,04
		75	106,1	3,09
		85	91,9	3,14
		95	80,8	3,18
20		55	296,3	1,83
		65	244,4	1,87
		75	207,3	1,90
		85	179,5	1,93
		95	157,9	1,95
40	5	55	495,3	1,28
		65	408,6	1,31
		75	346,6	1,33
		85	300,0	1,35
		95	264,0	1,37
60		55	622,3	1,10
		65	513,4	1,12
		75	435,4	1,14
		85	377,0	1,16
		95	331,7	1,18
80		55	708,5	1,02
		65	584,5	1,04
		75	495,7	1,06
		85	429,2	1,07
		95	377,6	1,09

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
100		55	769,1	0,97
		65	634,5	0,99
		75	538,1	1,01
		85	465,9	1,03
		95	409,9	1,04
		55	812,7	0,95
120		65	670,5	0,97
		75	568,6	0,98
		85	492,3	1,00
		95	433,1	1,01
		55	844,3	0,93
140		65	696,6	0,95
		75	590,8	0,97
		85	511,5	0,98
		95	450,0	0,99
		55	867,3	0,92
160		65	715,5	0,94
		75	606,8	0,96
		85	525,4	0,97
		95	462,2	0,99
		55	883,8	0,92
180		65	729,1	0,94
		75	618,4	0,95
		85	535,4	0,97
		95	471,0	0,98
		55	895,4	0,92
200		65	738,7	0,94
		75	626,5	0,95
		85	542,4	0,97
		95	477,2	0,98
		55	812,7	0,95

### Береза

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
10	1	55	2,46	1,21
		65	2,32	1,02
		75	2,21	0,88
		85	2,12	0,77
		95	2,04	0,68
20		55	4,99	1,13
		65	4,72	0,95
		75	4,49	0,82
		85	4,31	0,72

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
40		95	4,15	0,64
		55	8,75	1,03
		65	8,27	0,87
		75	7,88	0,75
		85	7,56	0,66
60		95	7,28	0,59
		55	11,4	0,97
		65	10,7	0,82
		75	10,2	0,70

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		85	9,81	0,62			75	54,0	1,69
		95	9,45	0,55			85	51,7	1,48
80		55	13,3	0,93	40		95	49,8	1,32
		65	12,5	0,78			55	105,1	2,13
		75	11,9	0,67			65	99,4	1,79
		85	11,4	0,59			75	94,7	1,55
		95	11,0	0,53			85	90,8	1,36
100		55	14,7	0,89	60		95	87,4	1,21
		65	13,9	0,75			55	136,4	2,01
		75	13,2	0,65			65	128,9	1,69
		85	12,7	0,57			75	122,9	1,46
120		95	12,2	0,51	80		85	117,8	1,28
		55	15,8	0,86			95	113,4	1,14
		65	14,9	0,73			55	159,2	1,92
		75	14,2	0,63			65	150,5	1,61
		85	13,6	0,55			75	143,4	1,39
140		95	13,1	0,49	100		85	137,4	1,22
		55	16,6	0,84			95	132,4	1,09
		65	15,7	0,70			55	176,3	1,84
		75	15,0	0,61			65	166,7	1,55
160		85	14,4	0,53	120		75	158,8	1,34
		95	13,8	0,48			85	152,2	1,17
		55	17,3	0,82			95	146,6	1,04
		65	16,4	0,69			55	189,5	1,78
180		75	15,6	0,59	140		65	179,2	1,50
		85	15,0	0,52			75	170,7	1,29
		95	14,4	0,46			85	163,7	1,13
		55	17,9	0,80			95	157,6	1,01
		65	16,9	0,67			55	199,9	1,73
200		75	16,1	0,58	160		65	188,9	1,46
		85	15,4	0,51			75	180,0	1,25
		95	14,9	0,45			85	172,6	1,10
		55	18,3	0,78			95	166,2	0,98
10	2	65	17,3	0,66	180		55	208,1	1,69
		75	16,5	0,57			65	196,7	1,42
		85	15,8	0,50			75	187,4	1,22
		95	15,2	0,44			85	179,7	1,07
		55	29,5	2,49			95	173,1	0,96
20		65	27,9	2,10	200		55	214,6	1,65
		75	26,6	1,81			65	202,9	1,38
		85	25,5	1,59			75	193,3	1,19
		95	24,5	1,42			85	185,3	1,05
		55	59,9	2,33			95	178,5	0,93
		65	56,7	1,96			55	219,9	1,61

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		65	207,8	1,35
		75	198,0	1,17
		85	189,8	1,03
		95	182,8	0,91
		55	42,3	2,21
		65	40,0	1,86
		75	38,1	1,60
		85	36,5	1,40
		95	35,2	1,25
10		55	85,9	2,06
		65	81,2	1,73
		75	77,3	1,49
		85	74,1	1,31
		95	71,4	1,17
20		55	150,6	1,89
		65	142,4	1,59
		75	135,6	1,37
		85	130,0	1,20
		95	125,3	1,07
40		55	195,4	1,78
		65	184,7	1,49
		75	176,0	1,29
		85	168,7	1,13
		95	162,5	1,01
60		55	228,1	1,69
		65	215,6	1,42
		75	205,4	1,23
		85	196,9	1,08
		95	189,7	0,96
80		55	252,6	1,63
		65	238,8	1,37
		75	227,5	1,18
		85	218,1	1,04
		95	210,1	0,92
100		55	271,6	1,58
		65	256,7	1,33
		75	244,6	1,14
		85	234,5	1,00
		95	225,8	0,89
120		55	286,4	1,53
		65	270,7	1,29
		75	257,9	1,11
		85	247,3	0,97
		95	238,2	0,87

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		55	298,1	1,49
		65	281,8	1,25
		75	268,5	1,08
		85	257,4	0,95
		95	247,9	0,85
160		55	307,5	1,46
		65	290,6	1,22
		75	276,9	1,06
		85	265,5	0,93
		95	255,7	0,83
180		55	315,0	1,42
		65	297,7	1,20
		75	283,7	1,03
		85	272,0	0,91
		95	261,9	0,81
200		55	33,4	1,58
		65	31,6	1,33
		75	30,1	1,15
		85	28,9	1,01
		95	27,8	0,90
10		55	67,9	1,48
		65	64,2	1,24
		75	61,2	1,07
		85	58,6	0,94
		95	56,5	0,84
20		55	119,1	1,35
		65	112,6	1,14
		75	107,3	0,98
		85	102,8	0,86
		95	99,0	0,77
40		55	154,5	1,27
		65	146,1	1,07
		75	139,2	0,92
		85	133,4	0,81
		95	128,5	0,72
60		55	180,3	1,22
		65	170,4	1,02
		75	162,4	0,88
		85	155,7	0,77
		95	150,0	0,69
80		55	199,8	1,17
		65	188,8	0,98
		75	179,9	0,85
		85	172,5	0,74

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
120		95	166,1	0,66
		55	214,7	1,13
		65	203,0	0,95
		75	193,4	0,82
		85	185,4	0,72
140		95	178,6	0,64
		55	226,4	1,10
		65	214,0	0,92
		75	204,0	0,80
		85	195,5	0,70
160		95	188,3	0,62
		55	235,7	1,07
		65	222,8	0,90
		75	212,3	0,78
		85	203,5	0,68
180	95	196,0	0,61	
	55	243,1	1,04	
	65	229,8	0,88	
	75	219,0	0,76	
	85	209,9	0,66	
200	95	202,2	0,59	
	55	249,1	1,02	
	65	235,4	0,86	
	75	224,3	0,74	
	85	215,0	0,65	
10	95	207,1	0,58	
	55	21,1	1,06	
	65	19,9	0,89	
	75	19,0	0,77	
	85	18,2	0,68	
20	95	17,5	0,60	
	55	42,8	0,99	
	65	40,4	0,84	
	75	38,5	0,72	
	85	36,9	0,63	
40	95	35,6	0,56	
	55	75,0	0,91	
	65	70,9	0,76	
	75	67,6	0,66	
	85	64,8	0,58	
		95	62,4	0,52

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
60		55	97,3	0,86
		65	92,0	0,72
		75	87,7	0,62
		85	84,0	0,54
		95	80,9	0,49
80		55	113,6	0,82
		65	107,4	0,69
		75	102,3	0,59
		85	98,1	0,52
		95	94,5	0,46
100		55	125,8	0,79
		65	118,9	0,66
		75	113,3	0,57
		85	108,6	0,50
		95	104,6	0,45
120		55	135,3	0,76
		65	127,8	0,64
		75	121,8	0,55
		85	116,8	0,48
		95	112,5	0,43
140		55	142,6	0,74
		65	134,8	0,62
		75	128,5	0,53
		85	123,2	0,47
		95	118,6	0,42
160		55	148,5	0,72
		65	140,4	0,60
		75	133,7	0,52
		85	128,2	0,46
		95	123,5	0,41
180	55	153,2	0,70	
	65	144,8	0,59	
	75	137,9	0,51	
	85	132,2	0,45	
	95	127,4	0,40	
200	55	156,9	0,69	
	65	148,3	0,58	
	75	141,3	0,50	
	85	135,5	0,44	
	95	130,5	0,39	

## Осина и тополи

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>м<sup>3</sup>/га</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>м<sup>3</sup>/га</i>	<i>Za/Pf</i>
10	2	55	22,0	6,31	180	3	75	141,4	1,56
		65	36,5	5,40			85	206,8	1,39
		75	56,4	4,72			95	289,9	1,25
		85	82,5	4,21			55	57,3	1,99
		95	115,6	3,79			65	95,2	1,70
20		55	27,7	4,78			75	147,0	1,49
		65	45,9	4,09			85	215,0	1,33
		75	71,0	3,58			95	301,5	1,20
		85	103,8	3,19			55	59,3	1,91
		95	145,5	2,88			65	98,6	1,63
40		55	34,8	3,63	75	152,2	1,43		
		65	57,8	3,10	85	222,7	1,27		
		75	89,3	2,72	95	312,2	1,15		
		85	130,6	2,42	55	16,1	6,02		
		95	183,1	2,18	65	26,7	5,16		
60		55	39,8	3,09	75	41,2	4,51		
		65	66,1	2,64	85	60,3	4,02		
		75	102,1	2,31	95	84,5	3,62		
		85	149,4	2,06	55	20,2	4,57		
		95	209,4	1,86	65	33,6	3,91		
80	55	43,8	2,75	75	51,9	3,42			
	65	72,7	2,35	85	75,9	3,05			
	75	112,4	2,06	95	106,4	2,75			
	85	164,3	1,83	55	25,4	3,46			
	95	230,4	1,65	65	42,3	2,97			
100	55	47,2	2,52	75	65,3	2,60			
	65	78,3	2,15	85	95,5	2,31			
	75	121,0	1,89	95	133,8	2,08			
	85	177,0	1,68	55	29,1	2,95			
	95	248,1	1,51	65	48,3	2,52			
120	55	50,1	2,34	75	74,7	2,21			
	65	83,2	2,00	85	109,2	1,97			
	75	128,5	1,75	95	153,1	1,77			
	85	188,0	1,56	55	32,0	2,63			
	95	263,5	1,41	65	53,2	2,25			
140	55	52,7	2,20	75	82,1	1,97			
	65	87,6	1,88	85	120,1	1,75			
	75	135,3	1,65	95	168,4	1,58			
	85	197,8	1,47	55	34,5	2,40			
	95	277,4	1,32	65	57,3	2,06			
160	55	55,1	2,09	75	88,4	1,80			
	65	91,5	1,79	85	129,4	1,60			

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
120	4	95	181,4	1,45
		55	36,6	2,24
		65	60,8	1,91
		75	94,0	1,67
		85	137,4	1,49
140		95	192,7	1,34
		55	38,5	2,10
		65	64,0	1,80
		75	98,9	1,57
		85	144,6	1,40
160		95	202,8	1,26
		55	40,3	1,99
		65	66,9	1,71
		75	103,4	1,49
		85	151,2	1,33
180		95	211,9	1,20
		55	41,9	1,90
		65	69,6	1,63
		75	107,5	1,42
		85	157,2	1,27
200	95	220,4	1,14	
	55	43,4	1,82	
	65	72,1	1,56	
	75	111,3	1,37	
	85	162,8	1,22	
10	95	228,2	1,10	
	55	23,0	5,67	
	65	38,2	4,85	
	75	59,0	4,25	
	85	86,3	3,78	
20	95	121,0	3,41	
	55	29,0	4,30	
	65	48,1	3,68	
	75	74,3	3,22	
	85	108,6	2,87	
40	95	152,3	2,59	
	55	36,4	3,26	
	65	60,5	2,79	
	75	93,5	2,44	
	85	136,7	2,18	
60	95	191,7	1,96	
	55	41,7	2,77	
	65	69,2	2,38	
		75	106,9	2,08

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
80	5	85	156,4	1,85
		95	219,3	1,67
		55	45,8	2,47
		65	76,2	2,12
		75	117,6	1,85
100		85	172,0	1,65
		95	241,2	1,49
		55	49,4	2,26
		65	82,0	1,94
		75	126,7	1,70
120		85	185,3	1,51
		95	259,7	1,36
		55	52,4	2,10
		65	87,1	1,80
		75	134,6	1,58
140		85	196,8	1,40
		95	275,9	1,27
		55	55,2	1,98
		65	91,7	1,69
		75	141,6	1,48
160	85	207,1	1,32	
	95	290,4	1,19	
	55	57,7	1,88	
	65	95,8	1,61	
	75	148,0	1,41	
180	85	216,5	1,25	
	95	303,5	1,13	
	55	60,0	1,79	
	65	99,7	1,53	
	75	153,9	1,34	
200	85	225,1	1,19	
	95	315,6	1,08	
	55	62,1	1,72	
	65	103,2	1,47	
	75	159,4	1,29	
10	85	233,1	1,14	
	95	326,8	1,03	
	55	42,4	5,33	
	65	70,4	4,56	
	75	108,7	3,99	
20	85	159,1	3,55	
	95	223,0	3,20	
	55	53,3	4,04	
		65	88,6	3,46

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
		75	136,8	3,03
		85	200,1	2,69
		95	280,6	2,43
40		55	67,1	3,06
		65	111,5	2,62
		75	172,2	2,30
		85	251,9	2,04
		95	353,1	1,84
60		55	76,8	2,61
		65	127,5	2,23
		75	197,0	1,95
		85	288,1	1,74
		95	403,9	1,57
80		55	84,5	2,32
		65	140,3	1,99
		75	216,7	1,74
		85	316,9	1,55
		95	444,3	1,40
100		55	90,9	2,13
		65	151,1	1,82
		75	233,3	1,59
		85	341,3	1,42
		95	478,5	1,28
120		55	96,6	1,98
		65	160,5	1,69
		75	247,9	1,48
		85	362,5	1,32
		95	508,3	1,19
140		55	101,7	1,86
		65	168,9	1,59
		75	260,9	1,39

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
		85	381,5	1,24
		95	534,9	1,12
		55	106,3	1,76
160		65	176,5	1,51
		75	272,7	1,32
		85	398,8	1,18
		95	559,1	1,06
		55	110,5	1,68
180		65	183,6	1,44
		75	283,5	1,26
		85	414,7	1,12
		95	581,4	1,01
		55	114,4	1,61
200		65	190,1	1,38
		75	293,6	1,21
		85	429,4	1,08
		95	602,1	0,97
		55	114,4	1,61

## Дуб

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
10	2	55	24,1	4,07
		65	23,6	3,85
		75	23,2	3,67
		85	22,8	3,53
		95	22,5	3,40
20	2	55	47,0	2,84
		65	46,0	2,69
		75	45,2	2,56
		85	44,6	2,46
		95	44,0	2,37

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>za</i>	<i>Za/Pf</i>
40		55	91,7	2,28
		65	89,8	2,15
		75	88,3	2,05
		85	87,0	1,97
		95	85,8	1,90
60		55	135,5	2,13
		65	132,8	2,02
		75	130,5	1,93
		85	128,6	1,85
		95	126,9	1,78



<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
80		55	178,9	2,10
		65	175,3	1,98
		75	172,3	1,89
		85	169,7	1,82
		95	167,4	1,75
100		55	221,8	2,10
		65	217,4	1,99
		75	213,7	1,90
		85	210,5	1,82
		95	207,7	1,76
120		55	264,5	2,13
		65	259,2	2,02
		75	254,8	1,93
		85	250,9	1,85
		95	247,6	1,78
140		55	306,9	2,17
		65	300,8	2,06
		75	295,6	1,96
		85	291,2	1,88
		95	287,3	1,81
160	55	349,1	2,22	
	65	342,1	2,10	
	75	336,2	2,01	
	85	331,2	1,92	
	95	326,8	1,86	
180	55	391,1	2,27	
	65	383,3	2,15	
	75	376,7	2,05	
	85	371,0	1,97	
	95	366,1	1,90	
200	55	432,9	2,33	
	65	424,3	2,21	
	75	417,0	2,10	
	85	410,7	2,02	
	95	405,3	1,95	
10	3	55	23,1	3,84
		65	22,7	3,64
		75	22,3	3,47
		85	21,9	3,33
95		21,7	3,21	
20		55	45,1	2,68
		65	44,2	2,54
		75	43,5	2,42
		85	42,8	2,32

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
40		95	42,3	2,24
		55	88,1	2,15
		65	86,4	2,03
		75	84,9	1,94
		85	83,6	1,86
60		95	82,5	1,79
		55	130,3	2,01
		65	127,7	1,91
		75	125,5	1,82
		85	123,6	1,75
80		95	122,0	1,68
		55	172,0	1,98
		65	168,5	1,87
		75	165,6	1,79
		85	163,1	1,72
100		95	161,0	1,65
		55	213,3	1,99
		65	209,0	1,88
		75	205,4	1,79
		85	202,3	1,72
120	95	199,6	1,66	
	55	254,3	2,01	
	65	249,2	1,91	
	75	244,9	1,82	
	85	241,2	1,74	
140	95	238,0	1,68	
	55	295,0	2,05	
	65	289,1	1,94	
	75	284,2	1,85	
	85	279,9	1,78	
160	95	276,2	1,71	
	55	335,6	2,10	
	65	328,9	1,99	
	75	323,2	1,89	
	85	318,4	1,82	
180	95	314,1	1,75	
	55	376,0	2,15	
	65	368,4	2,03	
	75	362,1	1,94	
	85	356,7	1,86	
200	95	351,9	1,79	
	55	416,2	2,20	
	65	407,9	2,08	
		75	400,9	1,99

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>	<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M</i> , <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		85	394,9	1,91			75	314,3	1,58
		95	389,6	1,84			85	309,6	1,51
		55	22,5	3,20			95	305,5	1,46
		65	22,0	3,03			55	365,6	1,79
		75	21,7	2,89			65	358,3	1,69
		85	21,3	2,77		180	75	352,1	1,61
		95	21,1	2,67			85	346,9	1,55
		55	43,9	2,23			95	342,2	1,49
		65	43,0	2,11			55	404,7	1,83
		75	42,3	2,01			65	396,6	1,73
		85	41,7	1,93		200	75	389,8	1,65
		95	41,1	1,86			85	384,0	1,59
		55	85,7	1,79			95	378,8	1,53
		65	84,0	1,69			55	22,0	2,56
		75	82,5	1,62			65	21,6	2,42
		85	81,3	1,55		10	75	21,2	2,31
		95	80,2	1,49			85	20,9	2,22
		55	126,7	1,68			95	20,6	2,14
		65	124,2	1,59			55	43,0	1,78
		75	122,0	1,51			65	42,1	1,69
		85	120,2	1,45		20	75	41,4	1,61
		95	118,6	1,40			85	40,8	1,55
		55	167,2	1,65			95	40,2	1,49
		65	163,9	1,56			55	83,8	1,43
		75	161,1	1,49			65	82,2	1,35
		85	158,6	1,43		40	75	80,8	1,29
		95	156,5	1,38			85	79,5	1,24
		55	207,4	1,65			95	78,5	1,19
		65	203,2	1,57			55	124,0	1,34
		75	199,7	1,49			65	121,5	1,27
		85	196,7	1,43		60	75	119,4	1,21
		95	194,1	1,38			85	117,6	1,16
		55	247,2	1,68			95	116,1	1,12
		65	242,3	1,59			55	163,6	1,32
		75	238,2	1,51			65	160,4	1,25
		85	234,6	1,45		80	75	157,6	1,19
		95	231,4	1,40			85	155,2	1,14
		55	286,9	1,71			95	153,2	1,10
		65	281,2	1,62			55	202,9	1,32
		75	276,3	1,54			65	198,9	1,25
		85	272,2	1,48		100	75	195,5	1,19
		95	268,6	1,43			85	192,5	1,15
		55	326,3	1,75			95	190,0	1,10
		65	319,8	1,65		120	55	241,9	1,34

<i>A</i>	<i>Zon</i>	<i>ICKh</i>	<i>M,</i> <i>m<sup>3</sup>/2a</i>	<i>Za/Pf</i>
		65	237,1	1,27
		75	233,0	1,21
		85	229,5	1,16
		95	226,5	1,12
140		55	280,7	1,37
		65	275,1	1,29
		75	270,4	1,23
		85	266,3	1,18
160		95	262,8	1,14
		55	319,3	1,40
		65	312,9	1,32
		75	307,6	1,26
180		85	303,0	1,21
		95	298,9	1,17
		55	357,7	1,43
		65	350,6	1,35
200		75	344,6	1,29
		85	339,4	1,24
		95	334,9	1,19
		55	396,0	1,47
	65	388,1	1,39	
	75	381,4	1,32	
	85	375,7	1,27	
	95	370,7	1,22	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Трансконтинентальные климатические градиенты чистой первичной продукции (ЧПП) лесообразующих древесных пород Евразии</b> .....	7
1. Общие замечания.....	7
2. Методы и результаты моделирования трансконтинентальных климатически обусловленных градиентов ЧПП.....	19
3. Обсуждение результатов.....	28
3.1. <i>Изменение ЧПП древостоев по трансконтинентальному зональному градиенту</i> .....	28
3.2. <i>Изменение ЧПП древостоев по трансконтинентальному градиенту континентальности климата</i> .....	32
3.3. <i>Изменение ЧПП нижнего яруса по трансконтинентальным климатически обусловленным градиентам</i> .....	35
3.4. <i>Изменение отношения подземной ЧПП к надземной по трансконтинентальным климатически обусловленным градиентам</i> ....	37
3.5. <i>Изменение отношения ЧПП нижнего яруса к общей ЧПП древостоя по трансконтинентальным климатически обусловленным градиентам</i> .....	37
3.6. <i>Географические закономерности изменения ЧПП насаждений 5-хвойных сосен (кедров) на территории Азии</i> .....	40
Заключение по главе 1.....	53
<b>Глава 2. Трансконтинентальные климатические градиенты удельной чистой первичной продукции (УдЧПП) лесообразующих древесных пород Евразии</b> .....	55
1. Общие замечания.....	55
2. Методы, результаты моделирования и их обсуждение.....	62
3. Географические закономерности изменения УдЧПП насаждений 5-хвойных сосен (кедров) на территории Азии.....	68
3.1. <i>Исследование межвидовых различий в структуре УдЧПП древостоев кедровых сосен</i> .....	68
3.2. <i>Изменение УдЧПП кедровников по экорегионам Азии</i> .....	70
3.3. <i>УдЧПП насаждений кедрового стланика</i> .....	73
Заключение по главе 2.....	73
<b>Глава 3. Продуктивность ассимиляционного аппарата (ПАА) лесообразующих древесных пород Евразии</b> .....	75
Общие замечания.....	75
1. <i>Взаимосвязь годичной продукции фитомассы с массой и поверхностью ассимиляционного аппарата</i> .....	75
2. <i>Обзор результатов определения продуктивности ассимиляционного аппарата деревьев и древостоев</i> .....	79

3. Моделирование изменения ПАА под влиянием экзо- и эндогенных экологических факторов по имеющимся литературным данным.....	82
4. Распределение ассимилятов в фитомассе деревьев: законы или закономерности?.....	89
5. Трансконтинентальные климатические градиенты продуктивности ассимиляционного аппарата (ПАА) лесобразующих древесных пород Евразии.....	113
Заключение по главе 3.....	116
Общее заключение.....	118
Список использованной литературы .....	121
<b>Приложение 1.....</b>	<b>140</b>
<b>Приложение 2 .....</b>	<b>152</b>
<b>Приложение 3.....</b>	<b>167</b>
<b>Приложение 4.....</b>	<b>180</b>
<b>Приложение 5.....</b>	<b>186</b>
<b>Приложение 6.....</b>	<b>192</b>
<b>Приложение 7.....</b>	<b>196</b>
<b>Приложение 8.....</b>	<b>205</b>
<b>Приложение 9.....</b>	<b>227</b>
<b>ОГЛАВЛЕНИЕ.....</b>	<b>246</b>

*Научное издание*

Усольцев Владимир Андреевич  
Часовских Виктор Петрович  
Осмирко Анна Андреевна

**Чистая первичная продукция лесов Евразии:  
исследование системных связей  
средствами информационных технологий**

Ответственный за выпуск доктор с.-х. наук, профессор В.А. Усольцев  
Компьютерная вёрстка В.А. Усольцева

ISBN 978-5-6041352-1-1



ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический  
университет», Институт экономики и управления  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

Подписано в печать 12.07.2018. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 14,6. Тираж 500 экз. (1-й завод 300 экз.).

Отпечатано с готового текста в типографии ООО «Издательство  
УМЦ УПИ»

620049, Екатеринбург, ул. Мира, 17, офис 134.