

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

**Институт экологии и географии**

## **ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВОСТОЕВ**

Учебно-методическое пособие

Казань – 2011

УДК 630+581

Печатается по решению методической комиссии  
Института экологии и географии  
протокол №8 от 6 июня 2011 г.

кафедры общей экологии  
протокол № 18 от 27 мая 2011 г.

Рецензент  
Кандидат биологических наук, доцент  
М. Б. Фардеева

Составитель:  
Кандидат биологических наук,  
Д. В. Тишин

Оценка продуктивности древостоев / Д. В. Тишин. – Казань: Казанский университет, 2011. – 31 с.

Пособие разработано для студентов естественных факультетов. Может быть использовано при проведении курсов продукционной и популяционной экологии, исследования лесных биоценозов, а также курсов, затрагивающих методы лесной таксации. В пособии кратко рассматриваются способы вычисления биологической продуктивности лесных насаждений, даны задачи для самостоятельной и аудиторной работы, а также приводятся примеры их решения.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
I. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ .....	5
II. ТАКСАЦИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ .....	7
III. ОБЪЕМ СТВОЛА .....	11
IV. ЗАПАС ДРЕВОСТОЯ.....	13
V. ДРЕВЕСНЫЙ ПРИРОСТ .....	15
VI. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ .....	17
Работа №1. Лесотаксационное исследование древостоя .....	17
Работа №2. Таксационные показатели древостоя .....	17
Работа №3. Биологическая продуктивность лесного насаждения .....	18
Работа №4. Использование баз данных при изучении продуктивности лесов .....	19
Работа №5. Потенциальная продуктивность лесов.....	19
ЛИТЕРАТУРА .....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	31

## ВВЕДЕНИЕ

Лесные сообщества играют главную роль в глобальных потоках веществ и энергии, являясь главными накопителями фитомассы в биосфере. За счет процессов депонирования и эмиссии углерода, леса участвуют в изменении климата Земли.

Потоки углерода можно связать с продуктивностью лесных насаждений, а именно с запасом древесины и ее приростом, так как основная фитомасса лесов сосредоточена в деревьях. Традиционно, эти характеристики продуктивности описывают с помощью таксационных показателей: видовой состав, возраст, средний диаметр ствола, средняя высота древостоя, полнота, бонитет и др.

Деревья, составляющие верхний ярус лесных фитоценозов, выполняют эдификаторную роль, обеспечивая существование растений нижних ярусов. Эдификаторы принимают на себя основной удар негативных природных и техногенных воздействий, что сказывается прежде всего на уровне их продуктивности: происходит снижение ростовых процессов, уменьшение фотосинтезирующей поверхности и как следствие уменьшается прирост в высоту и в диаметре. Всё это позволяет использовать биологическую продуктивность как показатель состояния лесных экосистем, и дает исследователям еще один инструмент для определения пределов давления на лесные экосистемы, за которыми возможна их необратимая деградация.

Справочная информация для студентов приводится в приложении. Из-за ограничения объема в данном учебном пособии примеры предусмотрены в основном для одной породы деревьев – сосны обыкновенной.

## I. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Биологическая продуктивность – фундаментальное свойство биосферы, означающее способность живого вещества воспроизводить биомассу и образовывать тем самым биотический покров (Базилевич, 1993). Под биологической массой растений понимается общее количество живого органического вещества в надземной и подземной сферах растительных сообществ (Родин, Базилевич, 1965; Молчанов, Смирнов, 1967).

Изучение биологической продуктивности – сравнительно молодое направление экологической науки, получившее бурное развитие в конце 60-х годов прошлого столетия в связи с Международной биологической программой (International Biological Program, IBP; Rabinowitch, Hastler, 1965; Smith, 1968). Основной целью этой программы явилось понимание продукционных процессов в биотических сообществах и экосистемах, вследствие стремительного роста населения земного шара и недостатка продуктов питания, однако в 90-е годы изучение биологической продуктивности было поддержано Международной Геосферно-Биосферной Программой (International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP; Global change report..., 1986; Baker, 1988) в связи с глобальным изменением климата.

В настоящее время исследования биопродуктивности и накопления фитомассы, как отправной точки для изучения депонирования углерода в лесных экосистемах, ведется как отдельными учеными, так и в рамках многочисленных национальных и международных проектов.

Большой вклад в изучение биологической продуктивности внесли отечественные исследователи: Н.И. Базилевич (1993), Л.Е. Родин (Родин, Базилевич, 1965), А.И. Уткин (1994, 1995), А.С. Исаев (1995), В.А. Усольцев (1998, 2001) и др. Одним из результатов работы отечественных исследователей является электронная база данных «Продуктивность экосистем Северной Евразии», находящаяся в свободном доступе на сайте <http://www.biodat.ru/db/prod/index.htm>. База данных содержит информацию о

фитомассе и продуктивности каждого типа зональных и интразональных экосистем на территории России.

В качестве примера исследования, связывающего продуктивность лесов и данные дистанционного зондирования, полученные NASA, можно назвать проект NELDA – Northern Eurasia Land Dynamics Analysis, <http://www.fsl.orst.edu/nelda>. Этот проект включает в себя сеть из одиннадцати тестовых участков, где ведутся натурные наблюдения и проводится инвентаризация лесных насаждений. Полученные данные анализируются вместе с данными спутников LANDSAT и MODIS, для того, чтобы создать глобальную продукционную карту Северной Евразии (Krankina и др., 2011; Pflugmacher и др., 2007).

Биологическая продуктивность количественно оценивается по её результату – главным образом по годичной биологической продукции сухого органического вещества (в т/га·год, г/м<sup>2</sup>·год) или энергии (Дж/м<sup>2</sup>, ккал/га).

Относительные показатели абсолютно сухой массы фракций (ствол, крона, корни) деревьев первого и второго разряда высот, представлены в Приложении 1 (Биологическая продуктивность, 1982). Зная биомассу дерева и его фракций, можно рассчитать запас углерода в деревьях. Для этого широко используются переводные коэффициенты – 0.5 для древесины и 0.45 для листвы (Кобак, 1988; Matthews, 1993).

Все оценки продуктивности древостоя и биомассы, заключенной в нем, базируются на натурном первичном материале, на полевых исследованиях и таксации древостоев. Способы измерения отдельных деревьев и характеристики древостоев рассмотрены в следующих разделах.

## II. ТАКСАЦИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Под насаждением следует понимать участок леса, однородный по древесной и кустарниковой растительности и живому напочвенному покрову. Для оценки продуктивности древостоя и запаса фитомассы измеряют различные характеристики деревьев, составляющих насаждение, а также фиксируют и учитывают характеристики насаждения как целого. Показатели, характеризующие количественную и качественную сторону насаждения, в лесоведении называются таксационными. Среди них отмечают:

- 1. Происхождение насаждения.** Оно бывает семенное и порослевое, отнесение в ту или иную категорию производят по преобладанию семенных или порослевых деревьев. Хвойные насаждения обычно имеют семенное происхождение. Лиственные насаждения могут быть как семенного, так и порослевого происхождения.
- 2. Форма насаждения.** По форме насаждение может быть простое (одноярусное) или сложное (многоярусное).
- 3. Состав насаждения.** Состав насаждения показывают с помощью процентного или долевого участия древесных видов в насаждении. Процентное (или доленое) участие того или иного древесного вида устанавливается по запасу или по площади сечений того или иного древесного вида, оно не зависит от общего числа древесных видов. На первое место в формуле состава помещается главный или преобладающий древесный вид. Например, запись 6С4Е означает, что общий состав древесных видов на 60% представлен сосной и на 40% елью. Если процентное участие древесного вида от 2 до 5%, то в формуле состава он обозначается знаком «+», например, 6С4Е+Б.
- 4. Возраст.** Насаждение характеризуется средним возрастом древостоя. Средний возраст можно вычислить как арифметическое среднее возрастов деревьев (обычно используют 10 деревьев).

Более точную оценку среднего возраста древостоя можно получить как средневзвешенную сумму возрастов, соответствующих лесоводческой шкале

ступеней толщины: к примеру 16 см, 20 см, 24 см и т.д. В качестве весов используют долю участия деревьев, относящихся к различным ступеням толщины. Например, 20% древостоя представлено деревьями толщиной 16 см, 30% древостоя относится к деревьям диаметром 20 см, и 50% - к деревьям диаметром 24 см. Каждой ступени толщины соответствует свой возраст деревьев, к примеру, дерево диаметром 20 см имеет возраст 35 лет, 24 см – 40 лет, и диаметру 24 см соответствует возраст 45 лет. Тогда средний взвешенный возраст древостоя будет определяться как:

$$0.2 \cdot 35 + 0.3 \cdot 40 + 0.5 \cdot 45 = 41.5 \text{ года.}$$

Возраст отдельных молодых деревьев можно вычислить по подсчету мутовок. К полученному числу мутовок прибавляют три года, так как в первые годы мутовки имеют малый размер и на дереве не просматриваются. Если возраст дерева значителен и подсчет мутовок затруднен, то возраст можно определить с помощью подсчета годичных колец.

Возраст насаждения обычно выражается классами возраста. Класс возраста - временной интервал, применяемый для распределения насаждений по группам возраста (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные). Для древесных пород продолжительность классов возраста составляет 10–20 лет (до 40 лет), а для кустарников 1–5 лет. Классы возраста обозначаются римскими цифрами: I, II, III и т.д. Например, молоднякам соответствует I–II класс возраста.

- 5. Средний диаметр.** Таксация растущих деревьев начинается с определения основного таксационного показателя – диаметра на высоте груди (на высоте 1.3 м). Измерение диаметра может быть разной точности: при замере единичных деревьев используют сантиметровую шкалу, а при массовых замерах – ступени толщины. Если ствол дерева раздваивается и раздвоение происходит на высоте менее 1.3 м, то измеряются два диаметра, если же раздвоение ствола произошло на высоте более 1.3 м, то измеряется один диаметр. Если дерево растет на крутом склоне, то диаметр ствола измеряется с нагорной стороны.



Средний диаметр насаждения определяется по средней площади сечения дерева. Средняя площадь сечения дерева получается путем деления суммы площадей сечений всех деревьев на их общее количество в насаждении.

Средний истинный диаметр определяется по формуле:  $D = \sqrt{D_{cp} + \sigma^2}$ , где  $\sigma$  отклонение вариационного ряда измеренных диаметров.

**6. Средняя высота.** Среднюю высоту насаждения определяют по графику высот. График высот строится по данным замеров диаметров и высот у 15 деревьев. Распространенным способом определения высоты является замер высот у 7 деревьев с диаметром близким к среднему. Из замеренных высот вычисляется среднеарифметическая высота. В производственной таксации лесов среднюю высоту определяют для установления *разряда высот* — входного показателя в сортиментные таблицы (Iб, Ia, I, II, III, IV, V, Va). Для установления разряда высот вычисляют среднеарифметическую высоту и диаметр у пяти средних деревьев. По этим двум показателям в объемных таблицах находят интервал высот, к которому относится найденная среднеарифметическая высота древостоя. Найденный интервал и определит искомый разряд высот древостоя.

Ценоотические особенности роста деревьев и формообразование стволов хорошо отражает *относительная высота*, увязывающая в один показатель параметры высоты  $h$  и диаметра  $D$  отношением  $h/D$ . Чем больше величина отношения  $h/D$ , тем больше прироста в высоту преобладает над приростом в толщину, и тем большая часть питательных веществ направляется деревом на образование верхушечного побега.

**7. Полнота насаждения.** Полнота — это степень занятости пространства деревьями в насаждении. Для установления полноты производят сплошной пересчет площадей сечений стволов деревьев на пробной площади. По данным перечета устанавливают сумму площадей сечений всех деревьев на пробной площади в переводе на 1 га. Полученную сумму площадей сечений делят на сумму площадей сечений нормального насаждения, которая берется

из стандартной таблицы сумм площадей сечений и запасов основных лесообразующих древесных видов при полноте  $P = 1$  (Ермаков, 1982). Входными данными указанной таблицы является название древесного вида и его средняя высота. Полнота насаждения, как правило, меньше 1. Формула расчета полноты насаждения:

$$P = \frac{\sum G_{\text{нас}}}{\sum G_{\text{станд}}},$$

где  $\sum G_{\text{нас}}$  – сумма площадей сечений деревьев на 1 га в насаждении;  $\sum G_{\text{станд}}$  – табличное значение суммы площадей сечений нормального насаждения (Приложение 2).

8. **Бонитет насаждения.** Бонитет насаждения определяет доброкачественность среды в которой произрастает насаждение. Класс бонитета устанавливается по специальной таблице по двум входным данным: средней высоте и возрасту насаждения и обозначаются римскими цифрами (Приложение 3). Высокобонитетными считаются насаждения I–II классов бонитета, а низкобонитетными – насаждения IV–V классов.

### III. ОБЪЕМ СТВОЛА

- 1. Формула Губера.** Грубая оценка объема древесного ствола  $V$  может быть получена по стереометрической формуле как объем цилиндра – площадь сечения древесного ствола на середине длины умножается на высоту ствола:

$$V = G \cdot L$$

где  $L$  -длина ствола, м;  $G$  –площадь сечения на середине длины (высоты), м<sup>2</sup>.

В свою очередь, зная диаметр  $d$  на середине длины ствола, площадь сечения может быть рассчитана как  $G = \pi \cdot d^2 / 4$ .

Для упрощения вычислений площадей поперечного сечения пользуются таблицами площадей кругов (Приложение 4). В левой крайней колонке этих таблиц приведен диаметру в см, а в первой строке таблицы даны и десятые доли диаметра в см. На пересечении наблюдаемых значений диаметра указана площадь сечения ствола с м<sup>2</sup>. К примеру, если диаметр ствола на середине длины равен 31.5 см, то площадь круга по таблице 0.0731 м<sup>2</sup>. С помощью этих таблиц можно выполнить и обратное действие, когда по вычисленной площади сечения требуется установить диаметр дерева.

- 2. Эмпирическая формула Денцина.** Данная формула дает удовлетворительный результат при высоте дерева около 30 м:

$$V = \frac{d^2}{1000} \cdot$$

Диаметр ствола берется на высоте груди (1.3 м). При необходимости могут быть введены поправки в пределах  $\pm 3\%$  от вычисленного объема на каждый 1 м высоты.

- 3. Видовые числа.** Видовое число  $f$  это есть отношение объема ствола  $v_{\text{ств}}$  к объему цилиндра  $v_{\text{ц}}$ , имеющего со стволом одинаковую площадь сечения и высоту:

$$f = \frac{v_{\text{ств}}}{v_{\text{ц}}}$$

Зная видовое число  $f$ , можно легко провести и обратное вычисление объема ствола дерева по формуле:  $v_{\text{ств}} = f \times v_{\text{ц}}$ .

Видовое число можно также найти по специальной таблице, имеющейся в лесотаксационном справочнике. Входными данными таблицы видовых чисел являются коэффициент формы  $q_2$  и высота дерева (Приложение 5). Коэффициент формы  $q$  характеризует отношение диаметра ствола на любой высоте к диаметру на высоте груди. Например, для диаметров на половине высоты ствола  $d_{0.5}$  и на высоте груди  $d_{1.3}$ , формулу для вычисления видового числа можно записать как  $q_2 = d_{0.5} / d_{1.3}$ .

Средние значения коэффициента формы ( $q_2$ ) для сосны – 0.67; ели и осины – 0.7; дуба – 0.68; березы – 0.66.

**3. Массовые таблицы.** Входными данными для определения объема ствола дерева по массовой таблице являются диаметр и высота дерева (Приложение 6). Данные таблицы составлены с учетом деления деревьев на разряды высот. В левой крайней колонке указан диаметр ствола в сантиметрах, а в первой строке - высота в метрах, искомое значение диаметра будет находиться на пересечении измеренных диаметра и высоты ствола. К примеру, в данной таблице диаметру ствола 40 см и высоте 27 м соответствует объем  $1.48 \text{ м}^3$ .

#### IV. ЗАПАС ДРЕВОСТОЯ

Запас древостоя - общее количество древесины в м<sup>3</sup>. Приемлемой точностью определения запаса насаждения является точность  $\pm 10\%$ . Запас может устанавливаться в расчете на 1 га, на выдел, на квартал и т.д. Запас может быть *общий*, тогда учитываются все деревья на площади. При этом общий запас может определяться отдельно для сырораствующего леса и сухостойного.

Существует так же понятие запаса *эксплуатационного*. В этот запас не входят семенные деревья, особо ценные древесные породы, которые не подлежат рубке и все недоступные для рубки на крутых склонах насаждения.

**1. Глазомерный способ.** Для оценки запаса древостоя применяют простейшие формулы:  $18 \cdot (H - 2) \cdot P$  – для сосны,  $23 \cdot (H - 6) \cdot P$  – для ели,  $18 \cdot (H - 6) \cdot P$  – для березы,  $22 \cdot (H - 7) \cdot P$  – для осины, где  $H$  – высота, а  $P$  – полнота насаждения.

**2. Метод модельного дерева.** По этой формуле запас насаждения  $M$  вычисляется как:

$$M = V_{\text{мд}} \cdot N, \text{ где}$$

$V_{\text{мд}}$  – объем среднего модельного дерева, м<sup>3</sup>;  $N$  – количество деревьев в насаждении. Для повышения точности определения запаса измеряют несколько модельных деревьев и вычисляют средний объем одного дерева.

Для большей точности определения запаса количество модельных деревьев берут пропорционально количеству деревьев в каждой ступени толщины. Этот метод определения запаса называется *методом ступенчатого представительства*.

**3. Графический метод.** Наиболее удобным графическим методом является способ кривой объемов. Его суть заключается в том, что у срубленных модельных деревьев с большой точностью определяется объем ствола. Затем по данным диаметра модельного дерева (ось  $X$ ) и объема модельных деревьев (ось  $Y$ ) строится график кривой объемов, где точки, соответствующие модельным деревьям, соединяются линиями. Используя кривую объемов можно найти объем ствола у дерева любой ступени толщины. Умножив

найденный по графику объем дерева на количество деревьев в данной ступени, можно найти запас стволовой древесины, соответствующий данной ступени толщины.

**4. Метод объемных таблиц.** Этот метод определения запаса является самым точным. Чтобы использовать разрядные таблицы объемов, вначале необходимо по среднему диаметру и средней высоте насаждения установить разряд высот, и затем, учитывая только диаметр ступени толщины, найти в таблице объем одного дерева и умножить его на количество деревьев в ступени, что даст запас стволовой древесины в ступени (Приложение 6).

Пример вычисления запаса насаждения. Размер учетной площадки в сосновом лесу 0.25 га, средний диаметр стволов – 16 см, средняя высота стволов – 10 м, количество стволов на площадке 50 шт, требуется найти запас насаждения, приходящийся на 1 га. Средний объем в этом примере рассчитаем с помощью метода объемных таблиц (Приложение 6). Данному в задаче диаметру и высоте (16 см и 10 м), в таблице соответствует разряд высоты  $V_a$ . Объем ствола, соответствующий данной высоте, равен  $0.111 \text{ м}^3$ . Запас насаждения для учетной площадки  $M = 0.111 \text{ м}^3 \cdot 50 = 5.55 \text{ м}^3$ . Запас насаждения для площади 1 га  $M = 5.55 \text{ м}^3 \cdot (1\text{га} / 0.25 \text{ га}) = 5.55 \text{ м}^3 \cdot 4 = 22.2 \text{ м}^3$ .

## V. ДРЕВЕСНЫЙ ПРИРОСТ

Прирост это ежегодное изменение размеров дерева или насаждения по таксационным показателям: диаметру, высоте, площади поперечного сечения, объему, связанное с деятельностью камбиального слоя.

Дерево постоянно увеличивает свои размеры в течение всей жизни. Величину прироста диаметра у растущего дерева в любой период его жизни можно установить с помощью возрастного бура. Прирост по объему у срубленного дерева может быть найден с помощью формул объема, приведенных в предыдущей главе. Сложнее установить прирост насаждения в целом, так как одновременно с приростом древесины в насаждении идет отпад деревьев и может наступить момент уменьшения запаса насаждения.

**Средний прирост  $Z$**  определяется по формуле:

$$Z = \frac{d_A}{A},$$

где  $d_A$  - диаметр дерева в настоящее время (вместо диаметра это также может быть любой другой таксационный показатель),  $A$  - возраст дерева.

Для определения **текущего прироста** используют несколько методов:

1. Для определения текущего прироста  $\Delta$  за какой-то определенный период (чаще всего этот период равен 5 или 10 годам), используют формулу:

$$\Delta = \frac{(d_A - d_{A-n})}{n}, \text{ где}$$

где  $d_A$  – диаметр дерева в рассматриваемом году,  $d_{A-n}$  – диаметр дерева  $n$  лет назад (это также может быть другой таксационный показатель),  $n$  – период за который определяется прирост.

2. Для определение текущего прироста по объему, используют способ Шнейдера. В этом методе определяют категорию дерева по интенсивности роста в высоту и средней ширине годичного слоя

$$P = \frac{k \cdot i}{d}, \text{ где}$$

$k$  – коэффициент, зависит от протяженности кроны и роста по высоте (табл. 1);  $i$  – ширина годичного слоя древесины на высоте ствола 1.3 м (определяемая как средняя величина за исследуемый период времени),  $d$  – диаметр на высоте груди год (заданное число лет) назад, см.

Таблица 1

Значения коэффициента  $k$

Протяженность кроны	Рост дерева в высоту					
	прекратился	слабый	умеренный	хороший	оч. хороший	превосходный
Ниже 0.5 Н	400	470	530	600	670	730
0.5 – 0.75 Н	400	500	570	630	700	770
Выше 0.75 Н	400	530	600	670	730	800

Примечание: Н – высота ствола

Пример. Диаметр дерева  $d$  на высоте груди год назад составлял 22 см, при этом ширина годичного слоя древесины  $i$  равна 0.17 см. Протяженность кроны дерева составляет 0.6 его высоты, а характер роста дерева в высоту можно охарактеризовать как «умеренный». По таблице 1 находим, что  $k=570$ . Тогда:  $P = 570 \cdot 0.17 / 22 = 4.4\%$ .

- По таблице В. Антанайтиса. Определить величину абсолютного текущего прироста древостоя можно по проценту прироста модельных деревьев или их совокупностей, для которых определяется процент прироста  $P$ , исходя из средней ширины годичного слоя, возраста дерева и его диаметра (Приложение 7).



## VI. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### *Работа №1. Лесотаксационное исследование древостоя*

**Задача:** провести биометрические измерения деревьев с получением первичных данных.

**Оборудование и материалы:** рулетка, мерная вилка, высотомер, возрастной бур.

**Задание:**

1. Заложить пробную площадку в лесном фитоценозе площадью 0.25 га.
2. Провести учет всех деревьев с диаметром ствола более 10 см.
3. Измерить диаметр, высоту, возраст и определить санитарное состояние деревьев с заполнением ведомости индивидуального пересчета деревьев:

Дата: \_\_\_\_\_  
Географ. пункт: \_\_\_\_\_  
Квартал: \_\_\_\_\_ Выдел: \_\_\_\_\_  
Координаты GPS: \_\_\_\_\_  
Площадь площадки: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О.: \_\_\_\_\_

№ дерева	Порода	Ярус	Диаметр, см	Высота, м	Возраст, лет	Санитарное состояние, балл
пример	Сосна	I	23.6	21	67	2
01						
02						
03						

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое относительная высота и разряд высот?
2. Каковы основные правила измерения диаметра ствола?
3. Как у деревьев определить возраст?

### *Работа №2. Таксационные показатели древостоя*

**Задача:** обработать первичные данные.

**Оборудование:** калькулятор, лесотаксационный справочник.

**Задание:**

1. Используя данные работы №1 вычислить средние показатели (диаметр, высота, возраст) каждой породы.
2. Определить средний балл санитарного состояния древостоя.
3. Рассчитать площадь поперечного сечения каждого ствола дерева с использованием таблиц в Приложении 3, 4.
4. Установить породный состав, бонитет и полноту древостоя.
5. Вычислить текущий прирост по объему способом Шнейдера.
6. Проанализировать результат.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие насаждения относятся к высокобонитетным?
2. Опишите основные методы расчета объема ствола.
3. Как вычисляется полнота древостоя?

*Работа №3. Биологическая продуктивность лесного насаждения*

**Задача:** ознакомиться с процедурой расчетов биомассы деревьев.

**Оборудование и материалы:** калькулятор, лесотаксационный справочник.

**Задание:**

1. Используя данные работы №2 вычислить запас древесины с использованием объемных таблиц (Приложение 6).
2. Найти абсолютно сухую массу деревьев по фракциям (Приложение 1).
3. Вычислить общее содержание углерода в деревьях с использованием переводных коэффициентов (Кобак, 1988).
4. Проанализировать результат.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое текущий прирост?
2. Что такое биологическая продуктивность?
3. Какие основные требования при расчете запаса древесины?
4. Укажите коэффициент перевода биомассы в углерод для кроны и ствола.

*Работа №4. Использование баз данных при изучении продуктивности лесов*

**Задача:** освоить интернет ресурсы для изучения продуктивности лесов.

**Оборудование и материалы:** компьютер с выходом в интернет.

**Задание:**

1. На сайте <http://www.biodat.ru> открыть базу данных продуктивности экосистем северной Евразии.
2. Найти данные по соснякам различных местообитаний.
3. Сравнить общую продуктивность древостоя (т/га) и провести анализ.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое база данных?
2. Каковы единицы измерения продуктивности?
3. Каково влияние почвенно-грунтовых условий на рост растений?
4. Что такое мортмасса?

*Работа №5. Потенциальная продуктивность лесов*

**Задача:** установить потенциальную продуктивность лесных фитоценозов за различные периоды времени.

**Оборудование и материалы:** компьютер, справочный материал.

**Задание:**

1. Используя атлас монографии Коломыца Э.Г. (2005) вычислить потенциал продуктивности лесов по А.М. Рябчикову (1968) за 2000, 2030 и 2050 гг. по следующей формуле:  $P = R \cdot \frac{d}{36 \cdot B}$ , где Р – потенциальная продуктивность м<sup>3</sup>/га, R – годовое количество осадков в мм, d – количество декад в вегетационный период и B – радиационный баланс за год, кДж/см<sup>2</sup>.
2. Проанализировать полученные данные за различные периоды времени.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое биогидротермический потенциал лесных фитоценозов?
2. Как изменяется продуктивность растительности с юга на север?
3. Каковы значения климата в динамике роста лесных фитоценозов?

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Антанайтис В.В., Загреев В.В. Прирост леса. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 200 с.
2. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность почвенно-растительных формаций СССР // Изв. АН СССР, Сер. геогр. – 1986. – № 2. – С. 49—58.
3. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М: Наука, 1993. – 295 с.
4. Биологическая продуктивность лесов. – М: Наука, 1982. – 285 с.
5. Исаев А.С., и др. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. – М.: Центр экологической политики, 1995. – 156 с.
6. Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 248 с.
7. Коломыц Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность. Атлас-монография. – М.: Наука, 2005. – 390 с.
8. Молчанов, А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – 99 с.
9. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. – М.-Л.: Наука, 1965. – 253 с.
10. Рябчиков А.М. Гидротермические условия и продуктивность фитомассы в основных ландшафтных зонах // Вестник МГУ. Сер. Геогр. – 1968. – № 5. – С. 41-49.
11. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. – Екатеринбург: Изд-во УРО РАН, 1998. – 541 с.
12. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. – Екатеринбург: УРО РАН, 2001. – 707 с.
13. Уткин А.И. Углеродный цикл и лесоводство // Лесоведение. – 1995. – № 5. – С. 3-20.

14. Уткин А.И., Гульбе Я.И., Гульбе Т.А., Ермолова Л.С. Биологическая продуктивность лесных экосистем. Компьютерная база данных. – М.: ИЛ РАН, ЦЭПЛ РАН, 1994. – [электронный ресурс].
15. Baker F.W.G. The International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP): A Study of Global Change // Environmental Conservation. – 1988. – Vol. 15. – P. 355–356.
16. Rabinowitch V., Hasler A.D. The international biological program // Bulletin of the Atomic Scientists. – 1965. – V. 21, № 8. – P. 32–34.
17. Global change report – IGBP. – 1986. – No 1. – 20 p.
18. Krankina, O.N., D. Pflugmacher, D. Hayes, A.D. McGuire, M. Hansen, T. Häme, V. Elsakov, P. Nelson. Vegetation Cover in the Eurasian Arctic: Distribution, Monitoring, and Role in Carbon Cycling // In: Arctic land cover and land use in a changing climate (ed. by G. Gutman and A. Reissell). New-York: Springer, 2011. P. 79–108.
19. Matthews, G.A.R. The Carbon Content of Trees. Forestry Commission Technical Paper 4. Forestry Commission, Edinburgh. 1993. p. 21
20. Pflugmacher, D., O.N. Krankina, W.B. Cohen. Satellite-based peatland mapping: Potential of the MODIS sensor // Global and Planetary Change. – 2007. – Vol. 56. – P. 248-257.
21. Smith F.E. The international biological program and the science of ecology // Proceedings of the National Academy of Sciences of USA. – 1968. – Vol. 60, # 1. – P. 5–11.

#### *Дополнительная*

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. Учебник для вузов. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 552 с.
2. Вагин А.В., Мурахтанов Е.С., Ушаков А.И., Харин О.А. Лесная таксация и лесоустройство: Учебное пособие. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 367 с.

3. Ефименко В.М. Лесная таксация: практическое пособие по выполнению лабораторных работ для студентов. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 80 с.
4. Лиєпа И.Я. Динамика древесных запасов: прогнозирование и экология. Рига: Зинатне, 1980. – 170 с.
5. Мартынов А.Н., Мельников Е.С., Ковязин В.Ф., Аникин А.С., Минаев В.Н., Беяева Н.В.. Основы лесного хозяйства и таксация леса: Учебное пособие для студентов. – СПб.: «Лань», 2008. – 372 с.
6. Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. – 147 с.
7. Черепнин В. Л. Фитомасса суши Земли и климат. – Красноярск: КрасГУ, 1999. – 129 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Масса фракций деревьев сосны Ia разряда высот в абсолютно сухом состоянии, кг  
(Биологическая продуктивность, 1982)

Диаметр, см	Высота, м	Ствол		Крона		Корни
		в коре	без коры	хвоя	ветви	
1	3.0	0.18	0.14	0.02	0.03	0.19
2	4.7	0.48	0.41	0.06	0.07	0.26
3	6.6	0.82	0.71	0.17	0.16	0.4
4	10	2	1.6	0.34	0.26	0.6
5	11	4.4	3.9	0.6	0.4	1.1
6	12	7.4	6.7	0.8	1.0	2.5
7	13	10.4	9.5	1.0	1.6	3.8
8	14	14.4	13.3	1.5	2.3	5.6
10	16	24.3	22.6	2.3	4.5	10.3
12	18	39	36.7	3.2	8.2	16
14	20	48	45	4.2	12.3	26
16	22	70	66	5.5	17.2	34
18	24	86	82	6.7	21	45
20	26	113	107	8.4	35.3	55
24	28	221	210	13	58	80
28	30	305	290	10	86	108
32	31	416	397	25	119	160
36	32	570	545	32	150	210
40	33	735	705	40	180	270
44	33	900	865	49	225	330
48	34	1060	1015	57	261	400
52	34	1250	1200	68	306	460
56	34	1490	1430	77	351	540
60	34	1700	1630	87	392	600
64	35	1910	1830	99	423	680
68	35	2180	2095	113	459	750
72	35	2360	2265	130	506	840
76	35	2650	2550	144	543	920
80	35	2970	2850	161	575	1010

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 2

Масса фракций деревьев сосны I разряда высот в абсолютно сухом состоянии, кг  
(Биологическая продуктивность, 1982)

Диаметр, см	Высота, м	Ствол		Крона		Корни
		в коре	б/з коры	хвоя	ветви	
1	2.7	0.13	0.10	0.02	0.02	0.15
2	4.2	0.38	0.30	0.06	0.06	0.22
3	5.8	0.7	0.6	0.13	0.14	0.33
4	9.0	1.4	1.2	0.22	0.24	0.53
5	9.5	4.0	3.5	0.35	0.4	0.93
6	10	6.8	6	0.7	0.8	2.2
7	11	10.2	9.1	0.8	1.8	3.2
8	12	14	12.6	1.3	2.1	4.5
10	14	25	22.7	2.0	4.3	8.5
12	16	38	35.4	2.9	7.5	13
14	18	45	42	3.7	11	22
16	20	65	61	4.8	16.7	27
18	21	84	79	6.0	23	37
20	23	105	99	8	32	45
24	25	215	200	12	52	68
28	27	300	283	17	75	90
32	28	405	285	23	104	130
36	29	542	518	29	126	180
40	30	687	653	35	158	230
44	30	853	810	43	200	290
48	31	1000	950	52	230	340
52	31	1175	1115	62	262	400
56	31	1365	1300	72	304	470
60	32	1545	1470	82	340	540
64	32	1760	1670	91	368	610
68	32	2030	1930	108	418	630
72	32	2250	2140	122	451	760
76	32	2470	2350	137	489	840
80	32	2750	2600	155	517	920



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 3

Масса фракций деревьев сосны II разряда высот в абсолютно сухом состоянии, кг  
(Биологическая продуктивность, 1982)

Диаметр, см	Высота, м	Ствол		Крона		Корни
		в коре	б/з коры	хвоя	ветви	
1	2.5	0.12	0.09	0.018	0.002	0.13
2	3.7	0.36	0.30	0.045	0.055	0.19
3	5.1	0.60	0.5	0.10	0.13	0.28
4	7	1.20	1.0	0.2	0.2	0.44
5	8	3.50	3.0	0.3	0.3	0.73
6	9	6.2	5.3	0.5	0.5	1.8
7	10	9.2	8.0	0.7	1.1	2.5
8	11	12.6	11.0	1.2	1.8	3.5
10	12	25	22	1.8	4.0	7.0
12	14	39	36	2.8	7.0	11
14	16	42	38	3.5	10	17
16	18	55	50	4.4	15	23
18	20	74	68	5.5	20	30
20	21	96	88	6.5	28	38
24	23	200	185	11	42	53
28	25	295	275	15.5	65	75
32	26	400	380	21	85	110
36	27	514	480	27	108	150
40	27	648	608	34	141	190
44	28	782	730	41	170	240
48	28	940	885	48	197	290
52	28	1095	1025	58	240	350
56	28	1250	1175	68	274	410
60	28	1437	1348	79	307	470
64	28	1625	1525	90	336	530
68	29	1844	1725	100	355	610
72	29	2031	1900	117	398	680
76	29	2270	2120	131	432	750
80	29	2470	2300	146	461	820

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Стандартная таблица сумм площадей сечений и запасов основных лесообразующих древесных видов при Р = 1.0 (по В.Е. Ермакову)

Средняя высота	Сосна			Ель			Дуб		
	Пл. сеч., м <sup>2</sup>	Число видов	Запас, м <sup>3</sup>	Пл. сеч., м <sup>2</sup>	Число видов	Запас, м <sup>3</sup>	Пл. сеч., м <sup>2</sup>	Число видов	Запас, м <sup>3</sup>
5	15.2	0.643	49	13.5	0.652	44	12.8	0.621	40
6	18.0	0.605	65	15.6	0.615	58	14.5	0.586	51
7	20.4	0.578	82	17.6	0.588	72	16.2	0.561	64
8	22.6	0.558	101	19.5	0.553	89	17.7	0.54	77
9	24.5	0.542	119	21.4	0.541	107	19.1	0.529	91
10	26.2	0.529	138	23.3	0.531	126	20.5	0.517	106
11	27.6	0.519	157	25.0	0.522	146	21.8	0.508	122
12	28.9	0.510	177	26.7	0.515	167	23.0	0.500	138
13	30.1	0.503	197	28.4	0.509	190	24.2	0.493	155
14	31.2	0.496	217	29.9	0.504	312	25.3	0.488	173
15	32.1	0.491	236	31.4	0.499	237	26.4	0.483	191
16	33.0	0.486	257	32.9	0.495	263	27.4	0.478	210
17	33.8	0.482	277	34.2	0.491	288	28.3	0.475	228
18	34.6	0.478	298	35.6	0.488	315	29.2	0.471	248
19	35.3	0.475	318	36.8	0.485	341	30.1	0.468	268
20	36.0	0.472	340	38.0	0.482	369	31	0.465	288
21	36.7	0.469	361	39.1	0.480	396	31.8	0.463	309
22	37.3	0.467	383	40.2	0.478	424	32.5	0.461	330
23	38.0	0.464	405	41.2	0.476	453	33.3	0.459	351
24	38.6	0.462	428	42.1	0.474	481	34.0	0.457	373
25	39.3	0.460	452	43.0	0.474	507	34.7	0.455	395
26	39.9	0.459	476	43.8	0.472	538	35.4	0.454	418
27	40.5	0.457	500	44.5	0.471	566	36.0	0.452	439
28	41.1	0.455	524	45.2	0.469	594	36.6	0.451	462
29	41.6	0.454	548	45.8	0.468	622	37.2	0.449	484
30	42.1	0.453	572	46.3	0.467	649	37.7	0.448	507
31	42.5	0.452	595	46.8	0.465	675	38.2	0.447	529
32	42.9	0.450	618	47.2	0.464	701	38.6	0.446	551
33	43.1	0.449	639	47.5	0.463	726	39.0	0.445	573
34	43.3	0.448	659	47.8	0.462	751	39.4	0.444	595
35	43.4	0.447	679	48.0	0.461	775	39.7	0.443	616

Распределение семенных насаждений по классам бонитета  
(по М.М. Орлову)

Возраст, лет	Средняя высота насаждений в зависимости от класса бонитета, м						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
10	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	-	-
20	12-10	9-8	7-6	6-5	4-3	2	1
30	16-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
40	20-18	17-15	14-13	12-10	9-8	7-5	4-3
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
60	28-24	23-20	19-17	16-14	13-11	10-8	7-5
70	30-26	25-22	21-19	18-16	15-12	11-9	8-6
80	32-28	27-24	21-19	20-17	16-14	14-11	10-7
90	34-30	29-26	23-21	22-19	18-15	14-12	11-8
100	35-31	30-27	25-23	23-20	19-16	15-13	12-9
110	36-32	31-29	26-24	24-21	20-17	16-13	12-10
120	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
130	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
140	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
150	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
160	40-36	35-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10

Площади кругов, м<sup>2</sup>

диаметр	Доли сантиметров									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	0.0079	0.0080	0.0082	0.0083	0.0085	0.0087	0.0088	0.0090	0.0092	0.0093
11	0.0095	0.0097	0.0099	0.0100	0.0102	0.0104	0.0106	0.0108	0.0109	0.0111
12	0.0113	0.0115	0.0117	0.0119	0.0121	0.0123	0.0125	0.0127	0.0129	0.0131
13	0.0133	0.0135	0.0137	0.0139	0.0141	0.0143	0.0145	0.0147	0.0150	0.0152
14	0.0154	0.0156	0.0158	0.0161	0.0163	0.0165	0.0167	0.0170	0.0172	0.0174
15	0.0177	0.0179	0.0181	0.0184	0.0186	0.0189	0.0191	0.0194	0.0196	0.0199
16	0.0201	0.0204	0.0206	0.0209	0.0211	0.0214	0.0216	0.0219	0.0222	0.0224
17	0.0227	0.0230	0.0232	0.0235	0.0238	0.0241	0.0243	0.0246	0.0249	0.0252
18	0.0254	0.0257	0.0260	0.0263	0.0266	0.0269	0.0272	0.0275	0.0278	0.0281
19	0.0284	0.0287	0.0290	0.0293	0.0296	0.0298	0.0302	0.0305	0.0308	0.0311
20	0.0314	0.0317	0.0320	0.0324	0.0327	0.0330	0.0333	0.0337	0.0340	0.0343
21	0.0346	0.0350	0.0353	0.0356	0.0360	0.0363	0.0366	0.0370	0.0373	0.0377
22	0.0380	0.0384	0.0387	0.0391	0.0394	0.0398	0.0401	0.0405	0.0408	0.0412
23	0.0415	0.0419	0.0423	0.0426	0.0430	0.0434	0.0437	0.0441	0.0445	0.0449
24	0.0452	0.0456	0.0460	0.0464	0.0468	0.0471	0.0475	0.0479	0.0483	0.0487
25	0.0491	0.0495	0.0499	0.0506	0.0507	0.0511	0.0515	0.0519	0.0523	0.0527
26	0.0531	0.0535	0.0539	0.0543	0.0547	0.0552	0.0556	0.0560	0.0564	0.0568
27	0.0573	0.0577	0.0581	0.0585	0.0590	0.0594	0.0598	0.0603	0.0607	0.0611
28	0.0616	0.0620	0.0625	0.0629	0.0635	0.0638	0.0642	0.0647	0.0652	0.0656
29	0.0661	0.0665	0.0670	0.0674	0.0680	0.0684	0.0688	0.0693	0.0698	0.0702
30	0.0707	0.0712	0.0716	0.0721	0.0727	0.0731	0.0735	0.0740	0.0745	0.0750
31	0.0755	0.0760	0.0764	0.0769	0.0775	0.0779	0.0784	0.0789	0.0794	0.0799
32	0.0804	0.0809	0.0814	0.0819	0.0825	0.0830	0.0835	0.0840	0.0845	0.0850
33	0.0855	0.0860	0.0866	0.0871	0.0877	0.0881	0.0887	0.0892	0.0897	0.0903
34	0.0908	0.0913	0.0919	0.0924	0.0930	0.0935	0.0940	0.0946	0.0951	0.0957
35	0.0962	0.0968	0.0973	0.0979	0.0985	0.0990	0.0995	0.1001	0.1007	0.1012
36	0.1018	0.1023	0.1029	0.1035	0.1041	0.1046	0.1052	0.1058	0.1064	0.1069
37	0.1075	0.1081	0.1087	0.1093	0.1099	0.1104	0.1110	0.1116	0.1122	0.1128
38	0.1134	0.1140	0.1146	0.1152	0.1158	0.1164	0.1170	0.1176	0.1182	0.1188
39	0.1195	0.1201	0.1207	0.1213	0.1219	0.1225	0.1232	0.1238	0.1244	0.1250
40	0.1257	0.1263	0.1269	0.1276	0.1282	0.1288	0.1295	0.1301	0.1307	0.1314
41	0.1320	0.1327	0.1333	0.1340	0.1346	0.1353	0.1359	0.1366	0.1372	0.1379
42	0.1385	0.1392	0.1399	0.1405	0.1412	0.1419	0.1425	0.1432	0.1439	0.1445
43	0.1452	0.1459	0.1466	0.1472	0.1479	0.1486	0.1493	0.1500	0.1507	0.1514
44	0.1520	0.1527	0.1534	0.1541	0.1548	0.1555	0.1562	0.1569	0.1576	0.1583
45	0.1590	0.1587	0.1605	0.1612	0.1619	0.1626	0.1633	0.1640	0.1647	0.1655

**Видовые числа стволов  
(по М.Е. Ткаченко)**

Высота. м	Видовое число при коэффициенте формы ( $q_2$ )											
	0.55	0.6	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.7	0.75	0.8
12	0.404	0.438	0.445	0.451	0.458	0.464	0.471	0.479	0.486	0.509	0.550	0.592
14	0.396	0.429	0.436	0.443	0.449	0.456	0.463	0.471	0.479	0.503	0.544	0.587
16	0.389	0.422	0.429	0.436	0.443	0.450	0.457	0.465	0.473	0.498	0.540	0.584
18	0.383	0.417	0.424	0.432	0.439	0.446	0.454	0.462	0.470	0.494	0.537	0.581
20	0.379	0.413	0.420	0.428	0.435	0.443	0.450	0.458	0.466	0.491	0.534	0.579
22	0.374	0.409	0.417	0.424	0.432	0.439	0.447	0.455	0.463	0.488	0.531	0.576
24	0.371	0.406	0.414	0.421	0.429	0.436	0.444	0.452	0.460	0.485	0.529	0.575
26	0.367	0.403	0.411	0.418	0.426	0.433	0.441	0.449	0.458	0.483	0.527	0.575
28	0.364	0.401	0.409	0.416	0.424	0.431	0.439	0.447	0.456	0.481	0.527	0.575
30	0.361	0.399	0.407	0.414	0.422	0.429	0.437	0.446	0.454	0.480	0.525	0.574
32	0.359	0.396	0.404	0.412	0.420	0.428	0.436	0.445	0.453	0.479	0.524	0.573
34	0.357	0.394	0.402	0.410	0.418	0.426	0.434	0.443	0.451	0.477	0.523	0.572

Объем стволов сосны (по Товстолесу Д.И.)

Диаметр на высоте 1,3 м	Высота, м и объем ствола, м <sup>3</sup> , по разрядам высот															
	Iб		Iа		I		II		III		IV		V		Va	
	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	15	0.040	14	0.036	12	0.031	11	0.028	9	0.026	8	0.024	7	0.022	6	0.019
12	19	0.112	18	0.102	16	0.088	14	0.079	13	0.076	12	0.070	10	0.063	8	0.053
16	24	0.233	22	0.221	20	0.185	18	0.169	16	0.162	15	0.147	12	0.131	10	0.111
20	28	0.423	26	0.389	23	0.327	21	0.300	19	0.282	17	0.264	14	0.225	11	0.195
24	31	0.644	28	0.584	25	0.511	23	0.469	21	0.436	19	0.406	15	0.347	12	0.302
28	33	0.926	30	0.839	27	0.732	25	0.671	22	0.628	20	0.584	16	0.501	13	0.432
32	35	1.25	31	1.12	28	0.988	26	0.908	23	0.845	21	0.793	17	0.684	14	0.582
36	36	1.61	32	1.45	29	1.29	27	1.18	24	1.09	21	1.03	18	0.898	-	-
40	36	2.01	33	1.82	30	1.62	27	1.48	25	1.37	22	1.30	19	1.14	-	-
44	37	2.46	33	2.24	30	1.99	28	1.82	25	1.68	22	1.60	19	1.40	-	-
48	38	2.96	34	2.68	31	2.39	28	2.18	25	2.02	23	1.92	-	-	-	-
52	38	3.49	34	3.16	31	2.83	28	2.56	25	2.38	23	2.26	-	-	-	-
56	38	4.08	34	3.68	31	3.28	28	2.98	25	2.75	23	2.63	-	-	-	-
60	39	4.72	34	4.24	31	3.78	28	3.43	25	3.17	23	3.01	-	-	-	-
64	39	5.39	35	4.83	32	4.29	28	3.90	26	3.61	-	-	-	-	-	-
68	39	6.08	35	5.45	32	4.84	29	4.41	26	4.08	-	-	-	-	-	-
72	39	6.80	35	6.09	32	5.44	29	4.94	26	4.58	-	-	-	-	-	-
76	39	7.56	35	6.77	32	6.07	29	5.50	26	-	-	-	-	-	-	-
80	39	8.34	35	7.47	32	6.72	29	6.11	26	-	-	-	-	-	-	-

Процент текущего прироста сосновых насаждений Ia класса бонитета по запасу  
стволовой древесины по Антанайтису В. В.

возраст	Средний диаметр	% прироста по запасу при ширине годичного кольца. мм							
		1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	3.0	3.5
30	14			7.7	8.2	8.8	9.4	11	12.2
	16			7.1	7.6	8.0	8.5	10	11
	18			6.6	7.0	7.4	7.8	9.2	10
	20			6.1	6.5	6.9	7.3	8.5	9.3
40	18		5.3	5.7	6.1	6.5	7.0	8.3	9.2
	20		4.9	5.3	5.7	6.0	6.4	7.6	8.4
	22		4.6	5.0	5.4	5.6	6.0	7.1	7.8
	24		4.3	4.7	5.0	5.3	5.7	6.7	7.3
50	22		4.1	4.5	4.8	5.1	5.5	6.6	
	24		3.9	4.2	4.5	4.8	5.2	6.1	
	26		3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.8	
	28		3.6	3.3	4.1	4.4	4.7	5.5	
60	26	3	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6		
	28	3	3.2	3.5	3.8	4.1	4.3		
	30	2.7	3.1	3.4	3.6	3.8	4.1		
	32	2.6	3.0	3.2	3.4	3.7	3.9		
70	30	2.6	2.8	3.1	3.4	3.6	3.9		
	32	2.5	2.7	3.0	3.2	3.5	3.7		
	34	2.4	2.6	2.9	3.1	3.3	3.5		
	36	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4		
80	32	2.3	2.6	2.8	3.1	3.3	3.5		
	34	2.2	2.5	2.7	2.9	3.1	3.4		
	36	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2		
	38	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1		