

Московский государственный университет леса
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА И АСПИРАНТОВ УНИВЕРСИТЕТА
ПО ИТОГАМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ЗА 2010 ГОД

Секция IV. МЕХАНИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕВЕСИНЫ

31 января 2011 года

**Метод измерения объёма
лесоматериалов по сухой массе партии**
- Атро метод измерения объёма лесоматериалов

Курицын Анатолий Константинович
канд. техн. наук, директор ООО «Лесэксперт»

Благодарности

Метод разработан ООО «Лесэксперт» в 2010 году по заказу

- ООО «Флайдерер» (г. Великий Новгород) и
- ООО «Кроношпан» (г. Егорьевск Московской области).

ООО «Лесэксперт» выражает благодарность:

- генеральному директору ООО «Флайдерер» Владимиру Владимировичу Котеневу и директору отдела лесосырьевого обеспечения Владимиру Викторовичу Игольникову,

- генеральному директору ООО «Кроношпан» Ардашеру Ермамедовичу Курбаншо и заместителю генерального директора Ильясу Равильевичу Максutowу

за организацию разработки и апробации метода на предприятиях, а также всем специалистам, принимавшим участие в этих работах

Почему такое название метода?

Термин «атро» - ATRO - сокращение от двух слов на немецком языке: «А» от Absolut - абсолютно и «TRO» от Trocket – сухой.

На предприятиях по производству древесных плит в Германии, Австрии и в других странах сочетание «атро тонна» используют в значении «сухая масса лесоматериалов».

Название «атро метод» считаем логичным для метода измерения объема лесоматериалов по сухой массе.

По аналогии коэффициент, отражающий содержание сухого вещества в поставляемых лесоматериалах, назван «атро коэффициентом»

Принцип измерения объема партии лесоматериалов

Атро метод измерения объема лесоматериалов является физическим групповым методом измерения объема партии лесоматериалов делением сухой массы лесоматериалов в партии на их базисную плотность.

1. Выборочные (один раз в год) измерения базисной плотности по образцам для лесоматериалов каждого вида

$$\text{Базисная плотность (т/м}^3\text{)} = \frac{\text{Сухая масса образцов (т)}}{\text{Объем образцов (м}^3\text{)}}$$

4. Вычисление объема партии лесоматериалов

$$\text{Объем партии (м}^3\text{)} = \frac{\text{Сухая масса партии (т)}}{\text{Базисная плотность (т/м}^3\text{)}}$$

2. Измерение массы партии лесоматериалов
3. Отбор и испытания проб, вычисление атро коэффициента

$$\text{Атро коэффициент} = \frac{\text{Сухая масса пробы (г)}}{\text{Масса пробы до сушки (г)}}$$

4. Вычисление сухой массы партии

$$\text{Сухая масса партии (т)} = \text{Масса партии (т)} \times \text{Атро коэффициент}$$

1. Актуальность проблемы

1.1 Сопутствующие лесоматериалы на лесозаготовках

Современная лесопереработка позволяет эффективно использовать всю заготовленную древесину. Применявшаяся при плановой экономике классификация древесины на деловую и дровяную уже утратила свое значение. На рынке лесоматериалов требования к сырью для производства сульфатной целлюлозы и древесных плит ниже, чем к дровам. Использование древесного топлива вновь становится весьма важным для обеспечения жизнеспособности населения, а цена дров во многих регионах выше, чем для «деловых» балансов.

Более эффективным сейчас является разделение продукции из древесины на основную и сопутствующую. Основной продукцией лесозаготовок обычно являются ценные сортименты, такие как пиловочник и фанерный кряж. А сопутствующей продукцией - остальные сортименты – балансы, дрова и другие. Требования к сопутствующим сортиментам и технология их производства должны обеспечивать минимизацию отходов лесозаготовок, то есть полное использование заготовленной древесины.

1. Актуальность проблемы

1.2 Сопутствующие лесоматериалы лесопереработки

Для лесопильного, фанерного и других лесоперерабатывающих производств сопутствующими лесоматериалами являются остатки, возникающие при переработке древесины, – горбыли, рейки, оторцовки, «карандаши», обрезки шпона, а также щепы, стружка, опилки.

1.3 Особенности учёта сопутствующих лесоматериалов

В последнее время вопрос о точности учёта сопутствующих лесоматериалов стал весьма актуальным из-за резкого роста себестоимости лесозаготовок и цен на сопутствующие лесоматериалы.

Проблема с учётом сопутствующих лесоматериалов обусловлена тем, что они имеют различную форму и размеры. По этой причине их объём не поддаётся измерению традиционными методами, при которых используют пространственные модели брёвен или пиломатериалов. Необходим метод, позволяющий достоверно определять количество лесоматериалов произвольной формы и любых размеров.

1. Актуальность проблемы

1.4 Масса сырых и сухих лесоматериалов

Масса сырых и даже сухих лесоматериалов не может быть использована в качестве показателя их количества из-за влажности. Содержание воды в древесине может быть значительным и изменяется (см. Вставку 1).

Вода, содержащаяся в лесоматериалах, товаром не является.

1.5 Штабельный метод измерения объёма лесоматериалов

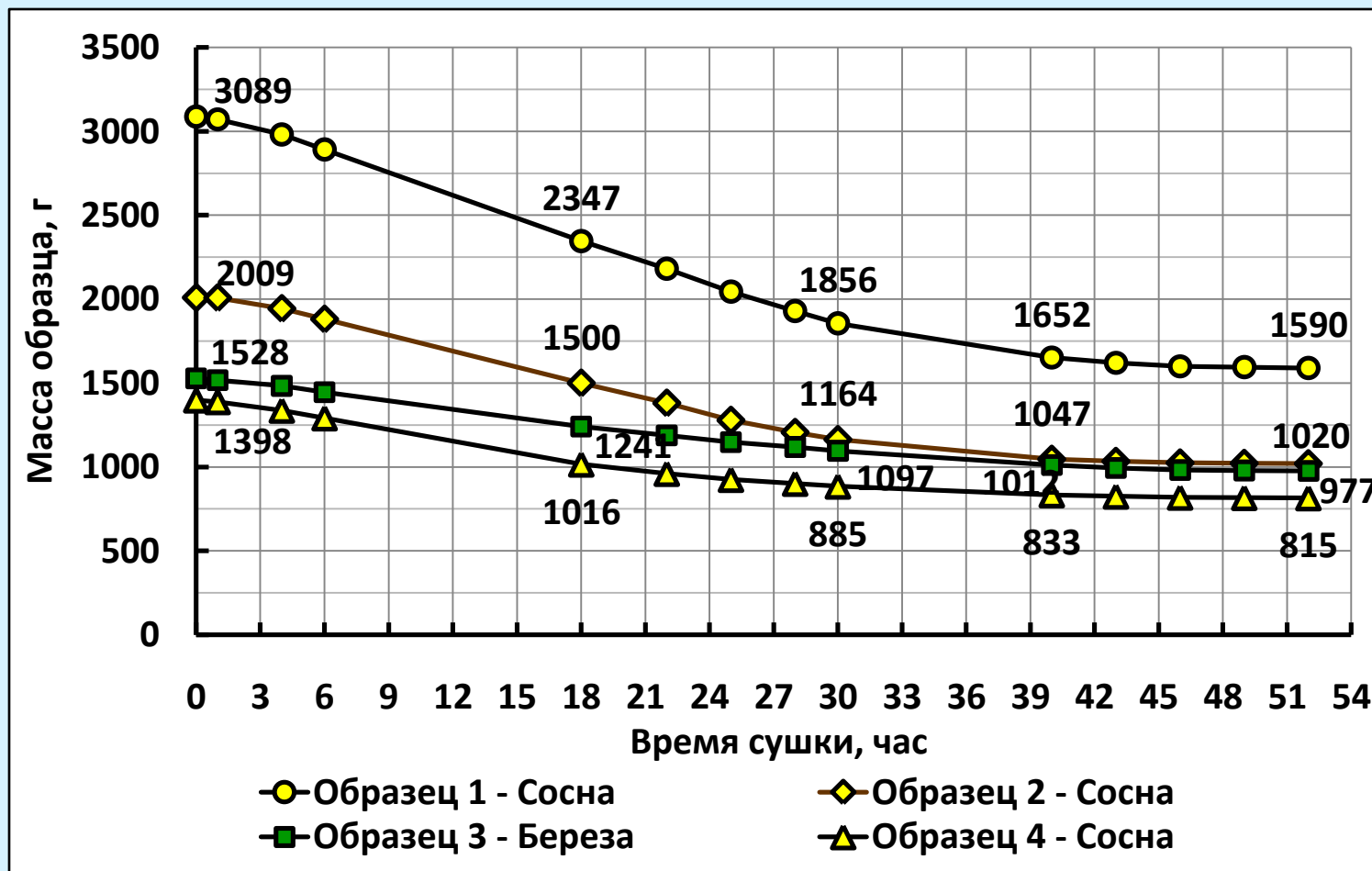
В настоящее время объём сопутствующих лесоматериалов в России измеряют по складочному и насыпному объёму и коэффициенту полндревесности. Такой метод часто не обеспечивает измерения объёма с приемлемой погрешностью из-за неправильной формы штабелей и (или) непостоянства коэффициентов полндревесности (см. Вставки 2 и 3).

Необходим метод измерения количества лесоматериалов, который позволяет исключить влияние воды в древесине и воздуха в штабелях, а также уменьшить влияние персонала, проводящего измерения.

Вставка 1

Изменение массы образцов, выпиленных из балансов, при сушке в сушильном шкафу при 103 ± 2 °С до абсолютно сухого состояния.

Атро коэффициенты для 1, 2, 3 и 4 образцов: $K_{AT} = 0,515; 0,508; 0,593$ и $0,640$



Горбыль не поддается измерению объема штабельным методом



Вставка 3

Отклонения формы и полндревесности штабелей часто не позволяют корректно применять штабельный метод измерения объема бревен



2. Область применения атро метода

2.1 Атро метод измерения объёма лесоматериалов распространяется на лесоматериалы любой формы, размеров и влажности.

Очевидно, что объем ценных лесоматериалов – пиловочника и фанерного кряжа, бревен для столбов и пиломатериалов мы и далее будем измерять традиционными методами - по пространственным моделям.

Однако сопутствующую продукцию переработки ценных сортиментов (горбыль, щепа, опилки) и остальные круглые лесоматериалы (балансы, дрова), а это в сумме около 70 % от объема заготовки древесины, можно измерять атро методом.

При изложении требований метода лесоматериалы по форме и размерам классифицированы на четыре группы (см. Вкладку 4): (1) бревна – круглые лесоматериалы; (2) горбыль, к этой группе относятся колотые лесоматериалы, ветви, корни, оторцовки, рейки и другие древесные остатки, а также вторично используемая древесина (после эксплуатации); (3) щепа и стружка; (4) опилки.

Вставка 4

Основные виды сырья, объём которых измеряют атро методом - бревна, горбыль, щепа, опилки



3. Основные операции при измерении объёма

Метод предусматривает выполнение следующих основных операций:

- 1) Измерение массы лесоматериалов в транспортной партии.
- 2) Сплошные или выборочные измерения афро коэффициента - содержания сухого вещества в поставляемых лесоматериалах, по пробам, отбираемым из партий.
- 3) Вычисление сухой массы лесоматериалов в транспортной партии перемножением массы поставленных лесоматериалов на афро коэффициент.
- 4) Выборочные измерения базисной плотности для лесоматериалов каждого вида.
- 5) Вычисление объёма лесоматериалов в транспортной партии делением сухой массы партии на базисную плотность.

4. Основания для применения атро метода

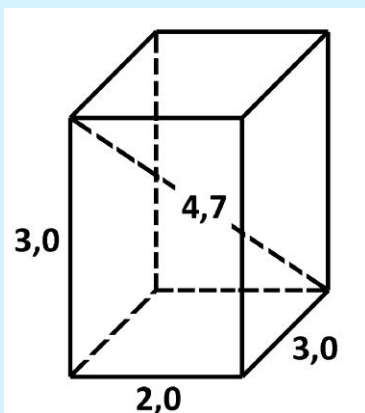
Сухую массу и объём, измеренный атро методом, применяют в качестве показателей количества лесоматериалов по следующим причинам:

- 1) Сухая масса лесоматериалов непосредственно определяет выход продукции: целлюлозы, бумаги, картона, древесных плит и других видов продукции химической переработки древесины, а также количество энергии, выделяемой при использовании лесоматериалов в качестве топлива. Другие показатели количества (объём, масса) имеют менее тесную связь с выходом продукции из-за влияния полндревесности штабелей, влажности и других факторов.
- 2) Объём лесоматериалов, измеренный атро методом, позволяет поставщикам проводить по объёму учёт лесоматериалов на предприятии.
- 3) Для реализации метода в качестве средства измерений достаточно использовать весы (динамометры) серийного изготовления.
- 4) Закупка лесоматериалов с использованием указанных выше показателей не противоречит законодательству Российской Федерации.

5. Погрешность измерения объёма лесоматериалов

Предусмотренные стандартом средства и процедуры измерений обеспечивают погрешность измерения объёма лесоматериалов атро методом не более $\pm 5,0\%$ для партии лесоматериалов 400 м^3 и более с доверительной вероятностью 0,95 (в 95 случаях из 100).

Это условие соблюдается при следующих требованиях к трём независимым измерениям, влияющим на погрешность измерения объёма лесоматериалов:



- 1) Погрешность измерения массы партии лесоматериалов – не более $\pm 2,0\%$.
- 2) Погрешность измерения атро коэффициента – не более $\pm 3,0\%$.
- 3) Погрешность измерения базисной плотности – не более $\pm 3,0\%$.

Примечание: Применяемые сейчас методы имеют погрешности измерения объёма лесоматериалов до $\pm 15,0\%$.

6. Измерение массы партии лесоматериалов

Для измерения массы транспортной партии лесоматериалов используют автомобильные (см. Вставку 5), железнодорожные, крановые весы или весы в захвате погрузчика с инструментальной погрешностью не более $\pm 1,5\%$ от верхнего предела взвешивания.

Массу партии лесоматериалов вычисляют как разницу массы брутто и массы тары:

$$M = M_6 - M_T ,$$

где: **M** – масса партии лесоматериалов, т,

M₆ – масса брутто (транспортного средства и лесоматериалов), т,

M_T – масса тары (транспортного средства), т.

Результат измерения массы лесоматериалов округляют до 0,01 т.

Измерения массы
партии лесоматериалов на автомобильных весах



7. Измерение атро коэффициента лесоматериалов

7.1 Измерения атро коэффициента проводят:

- отдельно для лесоматериалов каждого вида и породы (или группы пород) в соответствии с их сортировкой, предусмотренной спецификацией договора на поставку лесоматериалов,
- отдельно для каждого договора на поставку лесоматериалов.

7.2 Измерения атро коэффициента включают:

7.2.1. Отбор пробы от каждой партии или выборочно, но не менее чем для 100 партий лесоматериалов одного вида поставленных по договору в течение года.

Для брёвен и горбылей пробой являются опилки, собранные при запилах на бревнах или на горбылях партии (см. Вставку 6).

Отобранную от партии пробу перемешивают и отбирают навеску с массой не менее 140 г. Для каждой пробы должен быть оформлен бумажный Ярлык, содержащий следующие данные: вид лесоматериалов, номер партии, дата и время отбора пробы.

Вставка 6

Отбор проб для измерения атро
коэффициента у брёвен и горбылей



7. Измерение атра коэффициента лесоматериалов

7.2.2. Измерение массы пробы до сушки



Для измерения массы проб используют лабораторные весы с инструментальной погрешностью не более $\pm 1,0\%$ от верхнего предела взвешивания.

Каждая отобранная проба должна быть уложена в специальный металлический лоток с калиброванной массой.

Измерение массы пробы (до сушки) m_1 проводят взвешиванием лотка с пробой с исключением массы лотка и с округлением результата до 0,01 г.

7. Измерение атра коэффициента лесоматериалов

7.2.3. Сушка проб лесоматериалов

Сушку проб проводят в вентилируемом сушильном шкафу (см. ниже) при температуре 103 ± 2 °С. Время сушки: для опилок - 12 часов (обычно с 19-00 до 7-00), для щепы – 20 часов (обычно с 19-00 до 15-00).



7. Измерение атра коэффициента лесоматериалов

7.2.5. Измерение сухой массы пробы

Измерение сухой массы пробы m_2 проводят взвешиванием лотка с пробой после сушки на электронных лабораторных весах с исключением массы лотка и округлением результата до 0,01 г.

Измерение массы пробы должно быть проведено не позднее 10 минут после её извлечения из сушильного шкафа

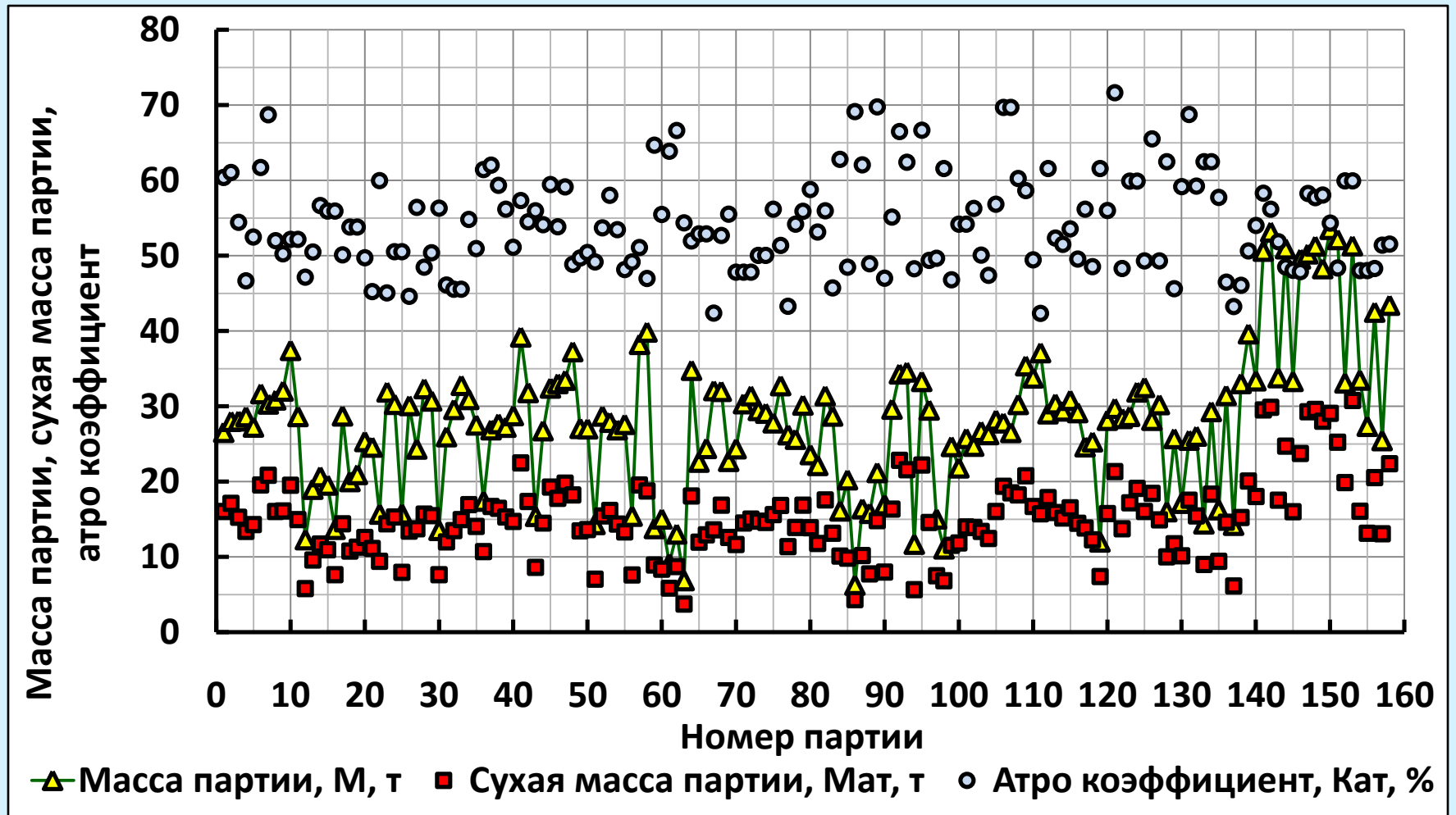
7.2.6. Вычисление атра коэффициента для пробы

Атра коэффициент для пробы K_{AT} вычисляют как частное от деления сухой массы пробы m_2 на массу пробы до сушки m_1 по формуле:

$$K_{AT} = m_2 / m_1 .$$

Пример распределения атра коэффициентов, массы партии и сухой массы партии показан на Вставке 7.

Пример распределений атра коэффициента, массы партии и сухой массы для отдельных партий берёзовых балансов



7. Измерение атра коэффициента лесоматериалов

7.2.7. Вычисление атра коэффициента для лесоматериалов по договору с поставщиком

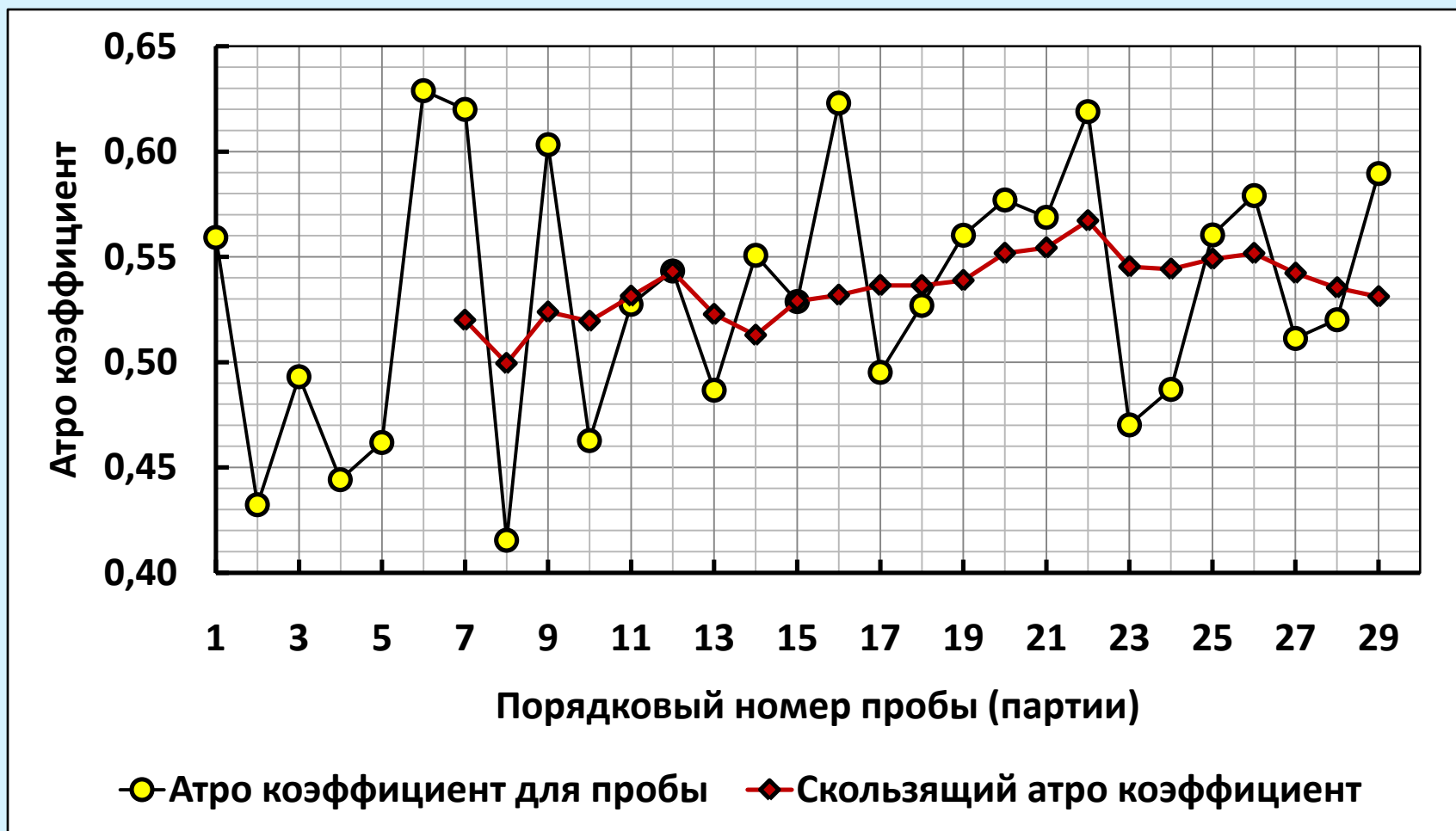
Для снижения влияния случайных отклонений атра коэффициента у отдельных партий (см. Вставку 7) используют скользящее среднее значение атра коэффициента, установленное по результатам измерений проб, отобранных из семи последних партий лесоматериалов, поступивших по договору с поставщиком (см. Вставку 8) .

Скользящее среднее значение атра коэффициента для поставщика и вида лесоматериалов равно: $K_{ATcc} = (k_n + k_{n-1} + k_{n-2} + k_{n-3} + k_{n-4} + k_{n-5} + k_{n-6}) / 7$

где: K_{ATcc} – скользящее среднее значение атра коэффициента для поставщика и вида лесоматериалов,

k_n, k_{n-6} – значения атра коэффициента для проб из семи последних партий лесоматериалов, поступивших от поставщика (n – последняя по времени проба).

Пример отклонений атро коэффициента берёзовых балансов
для отдельных проб и для скользящего среднего значения



Атро коэффициент функционально связан с влажностью лесоматериалов: $K_{AT}=100/(W+100)$. При наличии точных влагомеров сухая масса лесоматериалов может быть вычислена по их влажности



8. Вычисление сухой массы партии лесоматериалов

Сухую массу партии лесоматериалов M_{AT} вычисляют умножением массы партии M на скользящее среднее значение атро коэффициента по поставщику и виду лесоматериалов на дату приёмки K_{ATcc} по формуле:

$$M_{AT} = M \times K_{ATcc} ,$$

где: M_{AT} – сухая масса партии лесоматериалов, т,

M – масса партии по результатам взвешивания, т,

K_{ATcc} – скользящее среднее значение атро коэффициента на дату приёмки по договору и виду лесоматериалов.

Результат измерения сухой массы партии лесоматериалов округляют до 0,01 т.

9. Выборочные измерения базисной плотности

9.1. Классификация лесоматериалов для измерения базисной плотности и периодичность повторения выборочных измерений

Базисную плотность устанавливают отдельно для поставляемых лесоматериалов каждого вида без разделения по поставщикам.

Для опилок базисную плотность считают равной базисной плотности, щепы или горбылей, поступающих от поставщиков опилок, или отрезков пиломатериалов, специально отобранных случайным образом у поставщиков опилок.

Выборочные измерения базисной плотности проводят один раз в год. По запросам поставщиков могут быть проведены внеплановые измерения.

9. Выборочные измерения базисной плотности

9.2. Образцы для измерений базисной плотности

Измерения базисной плотности проводят для образцов, отбираемых из партии лесоматериалов, попавшей в выборку.

Для брёвен образцами являются отрезки (диски) толщиной $5,0 \pm 1,0$ см, выпиленные цепной пилой.

Для горбыля образцами являются отрезки длиной не более 27 см.

Образцы выпиливают из средней части случайно выбранных брёвен или горбылей каждого штабеля транспортной партии, попавшей в выборку.

Количество и размеры образцов брёвен или горбылей, отобранных из одной партии, должны быть достаточны для полного заполнения образцами контейнера с диаметром и высотой 30 см.

Для щепы образцом считают пробу в 25 л насыпного объёма, отобранную из каждой партии, попавшей в выборку. Испытания проводят после сортировки пробы щепы для фракций с размерами щепы более 5 мм.

9. Выборочные измерения базисной плотности

9.3. Закон Архимеда

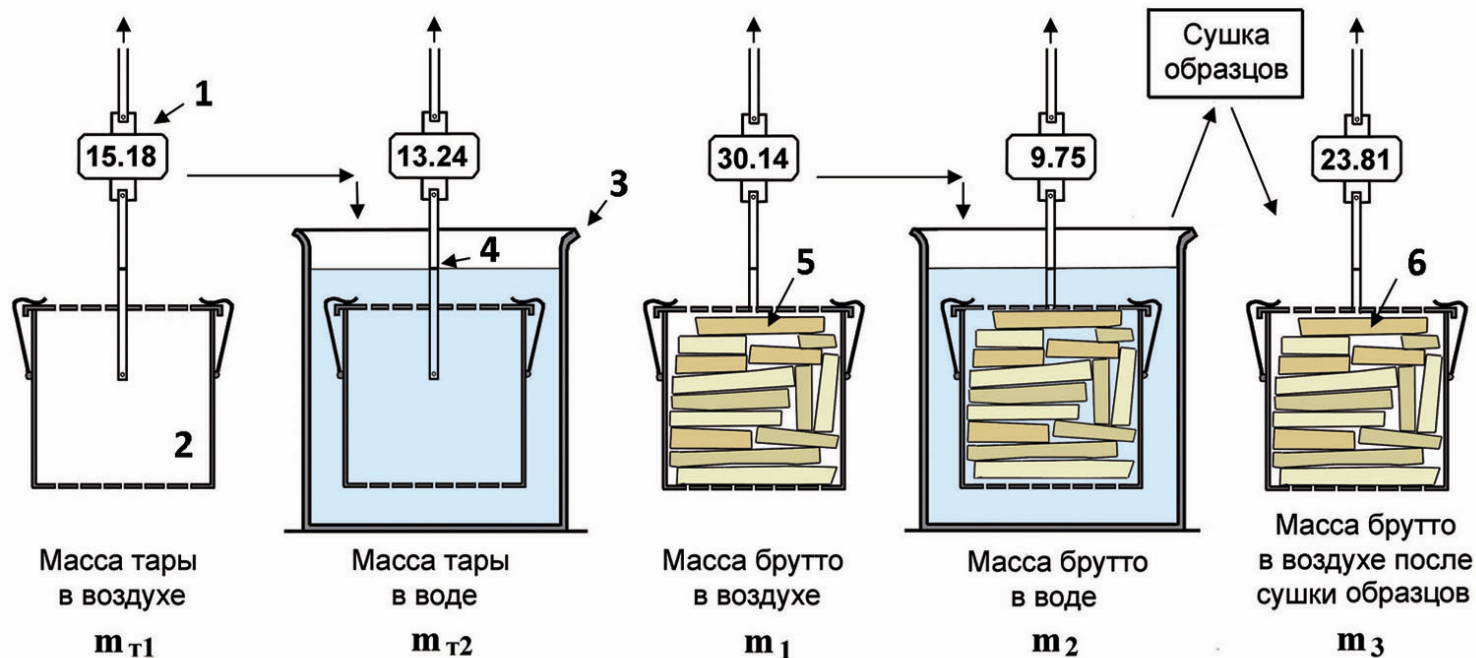
Измерение объёма образцов выборки проводят гидростатическим методом.

Гидростатический метод базируется на законе Архимеда: *«На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и численно равная весу жидкости, вытесненной телом».*

При измерении объёма образцов гидростатическим методом плотность воды считают равной $\rho_v = 1,0 \text{ т/м}^3 = 1,0 \text{ кг/дм}^3$.

Последовательность измерений массы и объёма образцов, на основе закона Архимеда, показана на Вставке 10.

Схема измерений массы и объёма образцов по закону Архимеда



Обозначения: **1** – динамометр, **2** – контейнер для взвешивания и погружения в воду образцов лесоматериалов, **3** – ёмкость с водой, **4** – метка для погружения контейнера в воду до постоянного уровня, **5** - образцы лесоматериалов до сушки, **6** - образцы лесоматериалов после сушки

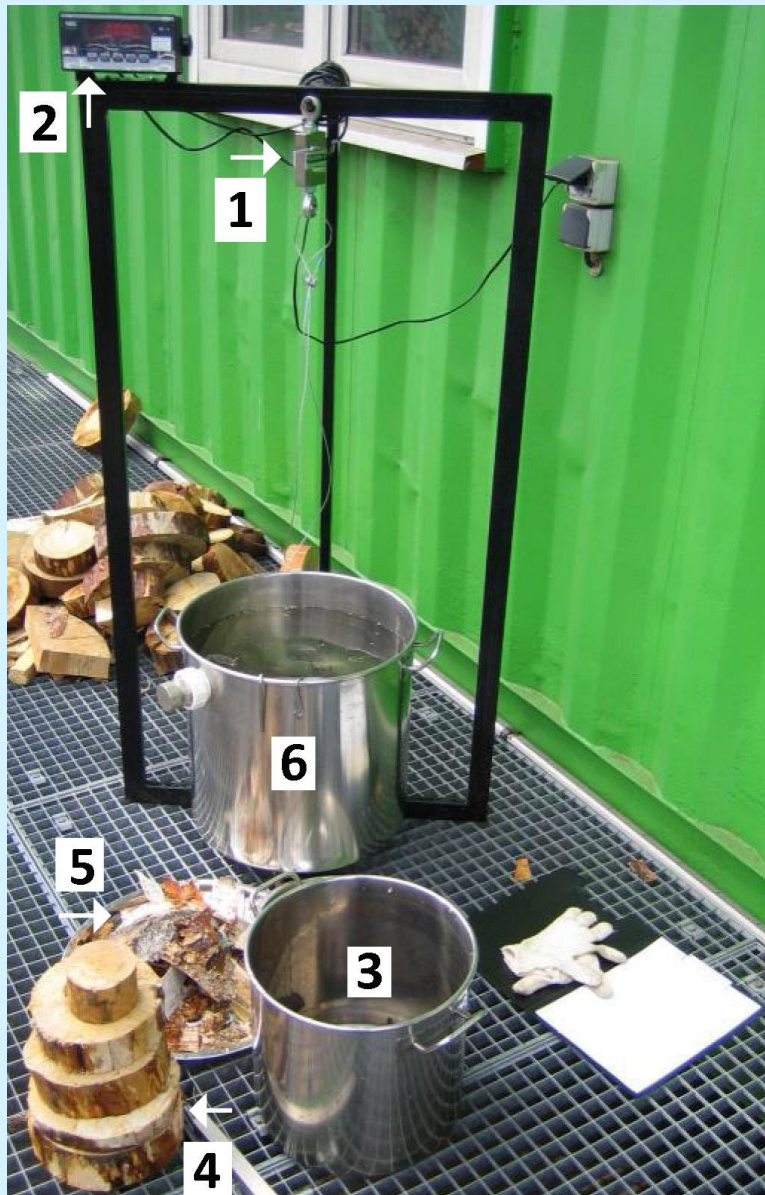
9. Выборочные измерения базисной плотности

9.4. Инструменты и приспособления

Средствами для измерения массы и объёма образцов лесоматериалов являются (см. Вставку 11):

- 1) Динамометр растяжения с пределом измерения 50 кг при погрешности 0,2 %. Динамометр позволяет измерять массу всех образцов, отобранных из партии до и после сушки, а также выталкивающую силу при погружении образцов в воду.
- 2) Контейнер, для взвешивания и погружения в образцов воду.
- 3) Ёмкость для погружения контейнера с образцами в воду.
- 4) Сушильный шкаф для сушки образцов.

Вставка 11



Инструменты и приспособления для измерений массы и объема образцов:

Динамометр, состоящий из тензодатчика (1) и цифрового индикатора (2).

Контейнер для взвешивания и погружения образцов в воду (3).
Образцы из партии балансов со снятой корой (4).

Кора, снятая с образцов (5).

Ёмкость с водой для погружения контейнера с образцами (6).

9. Выборочные измерения базисной плотности

9.5. Измерение массы тары (контейнера) в воздухе и в воде

До измерения массы образцов в выборке предварительно проводят измерения тары, которые включают:

- 1) Измерение массы (контейнера) в воздухе - масса тары в воздухе m_{T1} .
- 2) Погружение пустого контейнера в воду и измерение массы тары (контейнера) после погружения в воду - масса тары в воде m_{T2} .



9.6. Снятие коры и измерение массы образцов и контейнера – массы брутто в воздухе У брёвен для измерения объёма без коры проводят снятие коры. Образцы закладывают в контейнер и измеряют массу брутто (без коры) m_1



9. Выборочные измерения базисной плотности

9.7. Измерение массы образцов и контейнера в воде

Погружение контейнера с образцами в воду. Измерение массы контейнера и образцов в воде – масса брутто в воде m_2 .

При погружении в воду масса контейнера и образцов снижается из-за действующей на них выталкивающей силы.

9. Выборочные измерения базисной плотности

9.8. Сушка образцов

Извлечение образцов из контейнера и их сушка (вместе со снятой корой) в сушильном шкафу при температуре $103\pm 2^\circ\text{C}$ до абсолютно сухого состояния (обычно около 2-х суток - 48 часов – см. Вставку 1, слайд 8). Образцы считают высохшими, если по результатам контрольных взвешиваний наиболее толстого из них через 2 часа сушки масса образца уменьшается не более чем на 0,2 %.



9. Выборочные измерения базисной плотности



9.9. Измерение сухой массы образцов

Закладка в контейнер сухих образцов и коры (на крышку контейнера), измерение массы контейнера и сухих образцов – масса брутто в воздухе после сушки образцов m_3 .

9.10. Объём и базисная плотность образцов из партии лесоматериалов

Объём образцов v и базисную плотность образцов $\rho_{б.об}$ вычисляют по формулам :

$$v = (m_1 - m_{T1} + m_{T2} - m_2) / \rho_v ,$$

$$\rho_{б.об} = (m_3 - m_{T1}) / v .$$

Обработку результатов измерений образцов партии проводят занесением реквизитов партии и результатов в специальную таблицу в Microsoft Excel.

9. Выборочные измерения базисной плотности

9.11. Объём выборки для соблюдения требований к погрешности измерений базисной плотности лесоматериалов определённого вида

Для выборочного измерения базисной плотности лесоматериалов с погрешностью не более 3,0% (в 95 случаях из 100) установлена процедура, предусматривающая отбор образцов в выборку из 10, 20 или 30 партий. Если стабильность базисной плотности образцов из первых 10 партий высокая – коэффициент вариации не более 4,74 %, то измерений образцов из 10 партий достаточно.

Если стабильность базисной плотности ниже, то требуется отбирать образцы из 20 партий лесоматериалов определённого вида.

При коэффициенте вариации для образцов из 20 партий более 6,71 % выборка должна состоять из образцов, отобранных из 30 партий.

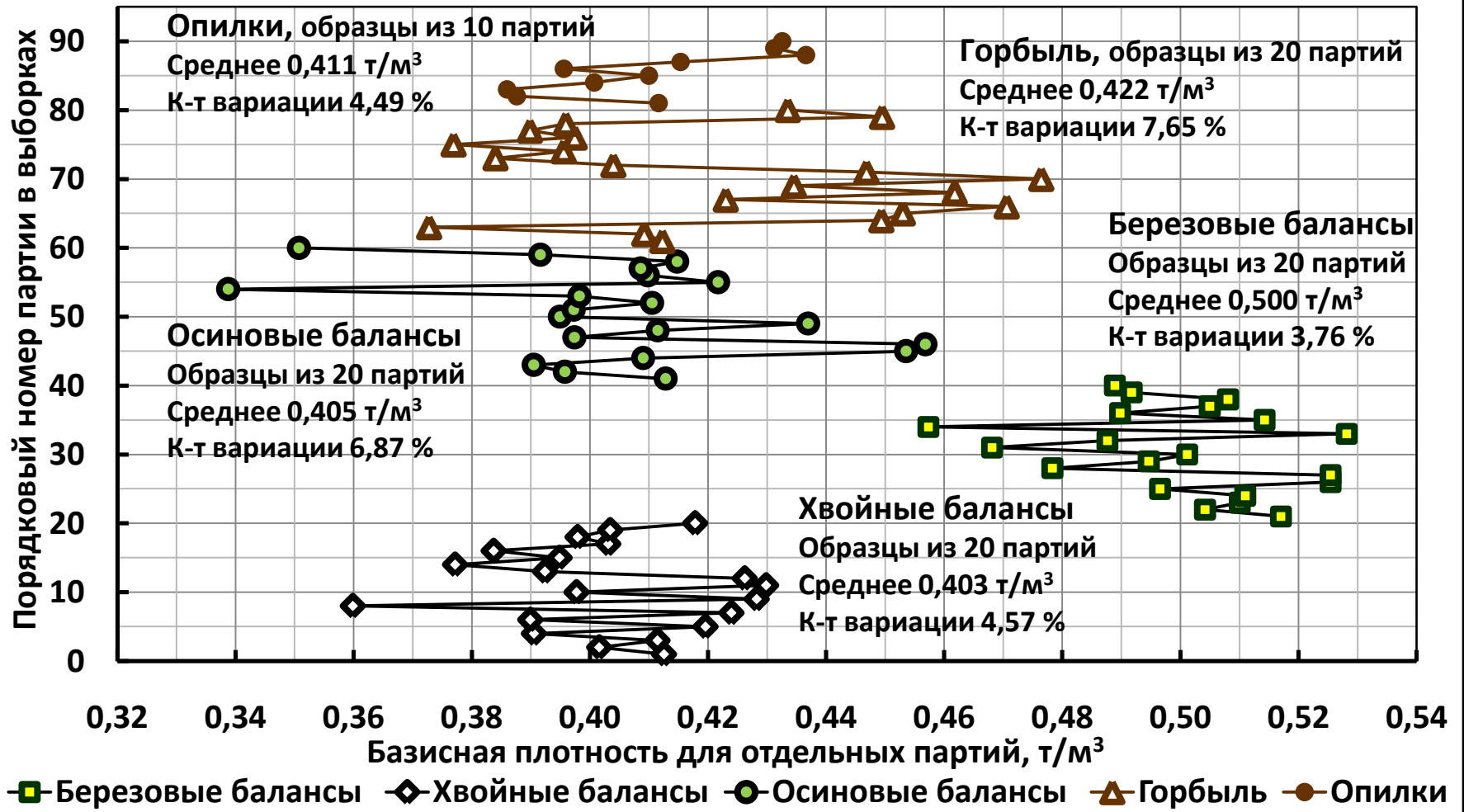
Пример результатов измерений показаны на Вставках 12 и 13.

Вставка 12

Пример таблицы результатов выборочного измерения базисной

№ №	Номер постав- ки	Вид сырья	Масса тары в возду- хе, m_{T1} , кг	Масса тары в воде, m_{T2} , кг	Масса брутто в воз- духе, m_1 , кг	Масса брутто в воде, m_2 , кг	Масса брутто после сушки, m_3 , кг	Масса образ- цов до сушки, m , кг	объём образ- цов, v , m^3	Масса образ- цов после сушки, $m_{ат}$, кг	Базис- ная плот- ность ρ , t/m^3	Атро коэф- фици- ент, K_{AT}	
1	10044	Хвой- ные балан- сы	5,98	5,14	13,43	2,53	10,13	7,45	10,06	4,15	0,413	0,557	
2	10055		5,98	5,14	11,61	1,78	9,59	5,63	8,99	3,61	0,402	0,641	
3	10118		5,98	5,14	11,23	1,64	9,58	5,25	8,75	3,60	0,411	0,686	
4	10121		5,98	5,14	12,10	1,99	9,60	6,12	9,27	3,62	0,391	0,592	
5	10265		5,98	5,14	11,35	2,43	9,37	5,37	8,08	3,39	0,420	0,631	
...
16	11448		5,98	5,14	12,30	3,98	8,85	6,32	7,48	2,87	0,384	0,454	
17	11499		5,98	5,14	10,33	2,37	8,85	4,35	7,12	2,87	0,403	0,660	
18	11522		5,98	5,14	10,82	2,34	9,02	4,84	7,64	3,04	0,398	0,628	
19	11435		5,98	5,14	10,55	2,1	9,05	4,57	7,61	3,07	0,403	0,672	
20	11547		5,98	5,14	10,96	2,82	9,03	4,98	7,30	3,05	0,418	0,612	
Среднее значение											0,403	0,584	
Стандартное отклонение											0,018	0,064	
Коэффициент вариации, %											4,573	10,949	
Предельная погрешность измерения среднего значения, %											±2,04	-	

Примеры распределений базисной плотности лесоматериалов



9. Выборочные измерения базисной плотности

9.12. Вычисление базисной плотности для вида лесоматериалов и оформление результатов выборочных измерений базисной плотности

Базисная плотность для вида лесоматериалов равна среднему значению базисной плотности отдельных образцов, составляющих выборку.

Результаты выборочного измерения базисной плотности для каждого вида лесоматериалов оформляют в виде Протокола и представляют заинтересованным поставщикам лесоматериалов.

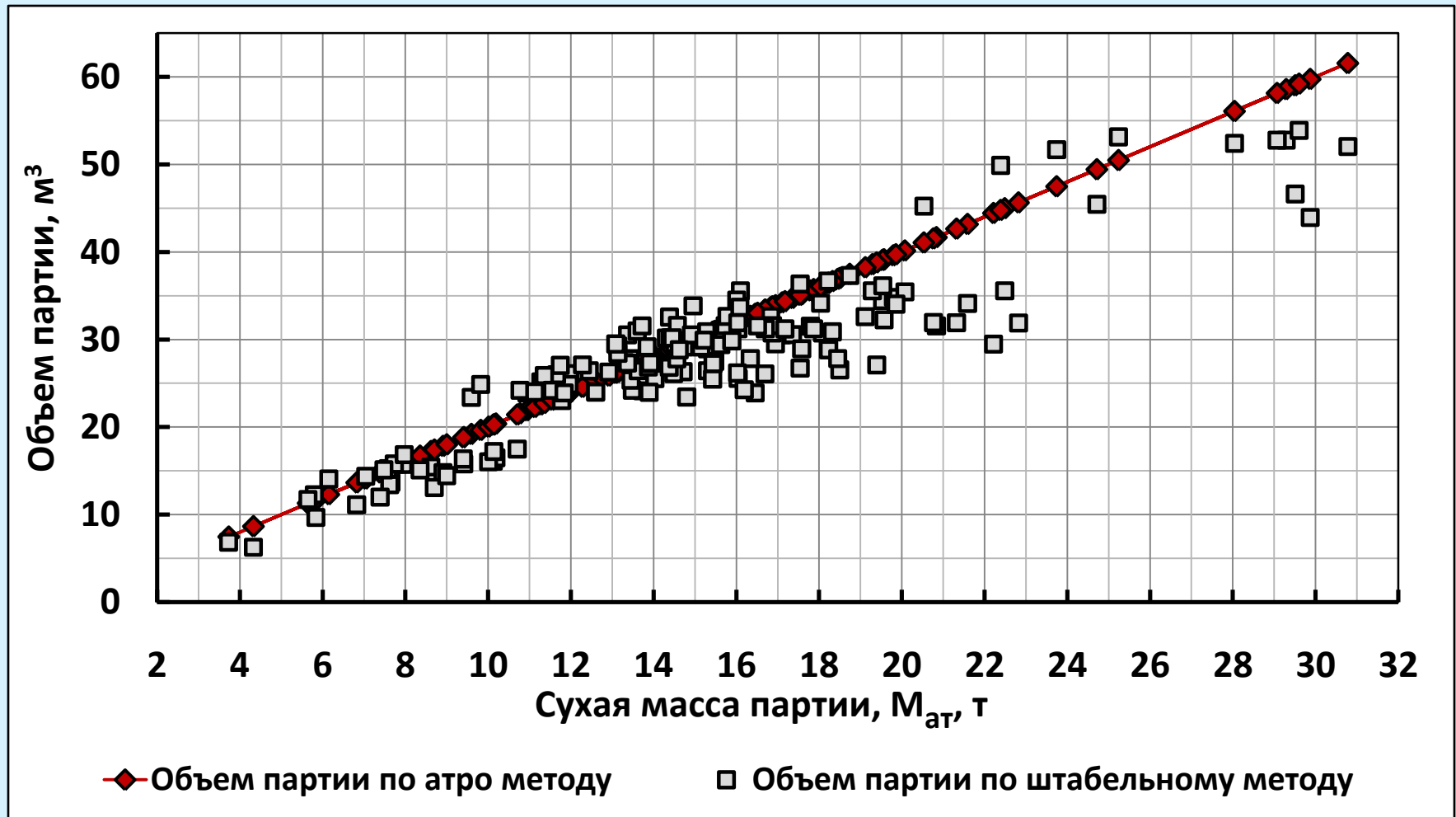
10. Вычисления объёма партии лесоматериалов

Объём партии лесоматериалов определённого вида V_{AT} вычисляют делением сухой массы партии лесоматериалов M_{AT} на среднюю по выборке базисную плотность для лесоматериалов этого вида ρ_6 по формуле: $V_{AT} = M_{AT} / \rho_6$.

Объём партии по атро методу пропорционально зависит от сухой массы партии, а объём, измеренный штабельным методом, может быть различные значения при одинаковой сухой массе партии (см. Вставку 14).

Вставка 14

Пример соотношения между сухой массой партии березовых балансов и ее объёмом по атро методу и штабельному методу измерения объёма



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Возможность измерения объёма лесоматериалов любой формы и размеров делением сухой массы на базисную плотность является очевидной. Стандартизированы процедуры измерения сухой массы и базисной плотности. Поэтому вызывает удивление отсутствие сведений о ранее разработанных стандартах на такой метод измерения объёма.

2. Преимуществами этого метода измерения объёма лесоматериалов являются достаточно высокая точность и объективность измерений лесоматериалов любой формы.

Его применение возможно на всех стадиях жизненного цикла продукции из древесины от оценки свойств древесины при инвентаризации лесов и до измерения объёма вторичной древесины при утилизации изделий из древесины после эксплуатации.

3. Метод является легко реализуемым. Необходимые средства измерений выпускаются серийно. Они доступны для лесопромышленных предприятий, а также котельных и электростанций, использующих древесное топливо.

Благодарю за внимание

Анатолий Константинович Курицын

канд. техн. наук, директор ООО «ЛЕСЭКСПЕРТ»

Тел./факс: +7 (495) 745 85 84, моб. +7 (916) 916 05 32

E-mail: mail@lesexpert.ru Web-page: www.lesexpert.org