

Лекция на тему:

***Тепловой режим
в лесу***

Количество тепла в лесных экосистемах зависит от:

- *географического положения местности;*
- *прозрачности и циркуляции атмосферы;*
- *соотношения прямой и рассеянной радиации;*
- *формы рельефа;*
- *экспозиции склона*

Значение тепла в жизни леса

1. **Распределение тепла и влаги обуславливают географическое распространение лесов, их характер.** Например, северная граница хвойного леса совпадает с июльской изотермой $+11^{\circ}\text{C}$; северная граница распространения дуба черешчатого приближается к годовой изотерме $+3^{\circ}\text{C}$.
2. **От температуры зависят такие физиологические процессы:**
 - ✓ фотосинтез может происходить в широких пределах: от -8°C до $+55^{\circ}\text{C}$;
 - ✓ дыхание – от -10°C и ниже до $+60^{\circ}\text{C}$ (в течение короткого периода);
 - ✓ деятельность ферментов – катализаторов;
 - ✓ транспирация;
 - ✓ работа корней;
 - ✓ растворимость CO_2 и O_2 в клетках.
3. **С температурой воздуха и почвы связаны сроки наступления фенофаз:**
 - ✓ семена прорастают при температуре $+1...5^{\circ}\text{C}$;
 - ✓ стебель и листья образуются при $+6...8^{\circ}\text{C}$;
 - ✓ цветение – при $+15^{\circ}\text{C}$;
 - ✓ сокодвижение у березы начинается при температуре почвы на глубине 15 см $0...0,2^{\circ}\text{C}$ при средней температуре воздуха $+2...+3^{\circ}\text{C}$;
 - ✓ у сосны и кедра корни и побеги начинают развиваться при $+5...+6^{\circ}\text{C}$,
 - ✓ у пихты, ели, лиственницы - корни при $+5...+6^{\circ}\text{C}$;
 - ✓ побеги – при $+7...+10^{\circ}\text{C}$.

Влияние тепла на физиологические процессы деревьев:

Фотосинтез

Влияние температурного режима на фотосинтез (°C)

Породы	Нижний предел	Оптimum	Верхний предел
Хвойные	-8...-5 °C	+10...+25 °C	+35...+42 °C
Лиственные	-3...-1 °C	+15...+25 °C	+40...+45 °C

-Дыхание (оптimum - +20-35 °C)

- Рост (температура 0 - +30-35 °C; +35-40 °C; > +45 °C)

- Транспирация (стабильна при $t \sim$ до +10 °C; рост +10-12° - 25-30 °C; > 30°C)

- Цветение и плодоношение (цветение при $t \sim$ +15 °C)

- Прорастание семян (оптimum при +18° - +25 °C)

- Продолжительность вегетационного периода

Вегетационный период – период со средней температурой воздуха > +5°C

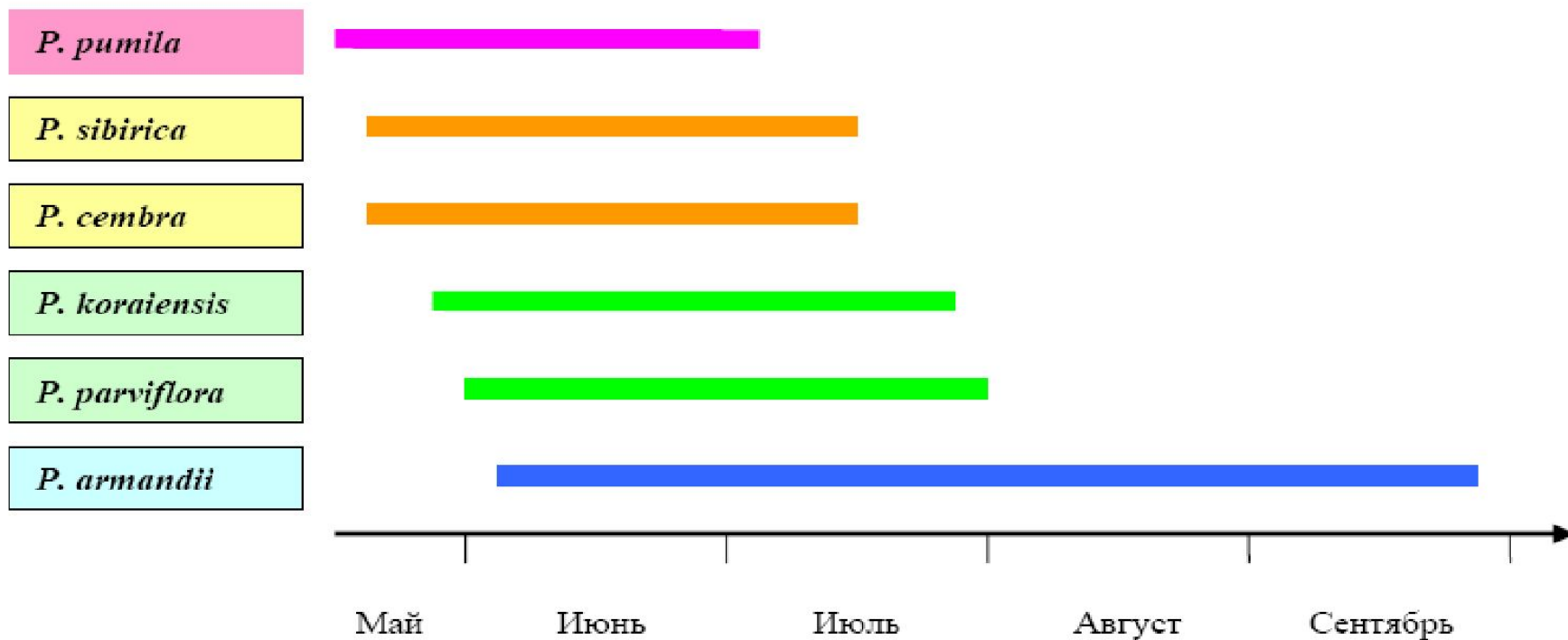
Сроки роста побегов и хвои у 2-летних сеянцев азиатских видов *Pinus*.

Условия произрастания:

субальпийско-субарктические - *P. pumila*;

бореально-горнотаежные - *P. sibirica* и *P. cembra*;

неморальные из муссонных лесов - *P. koraiensis* и *P. parviflora*; субтропические - *P. armandii*.



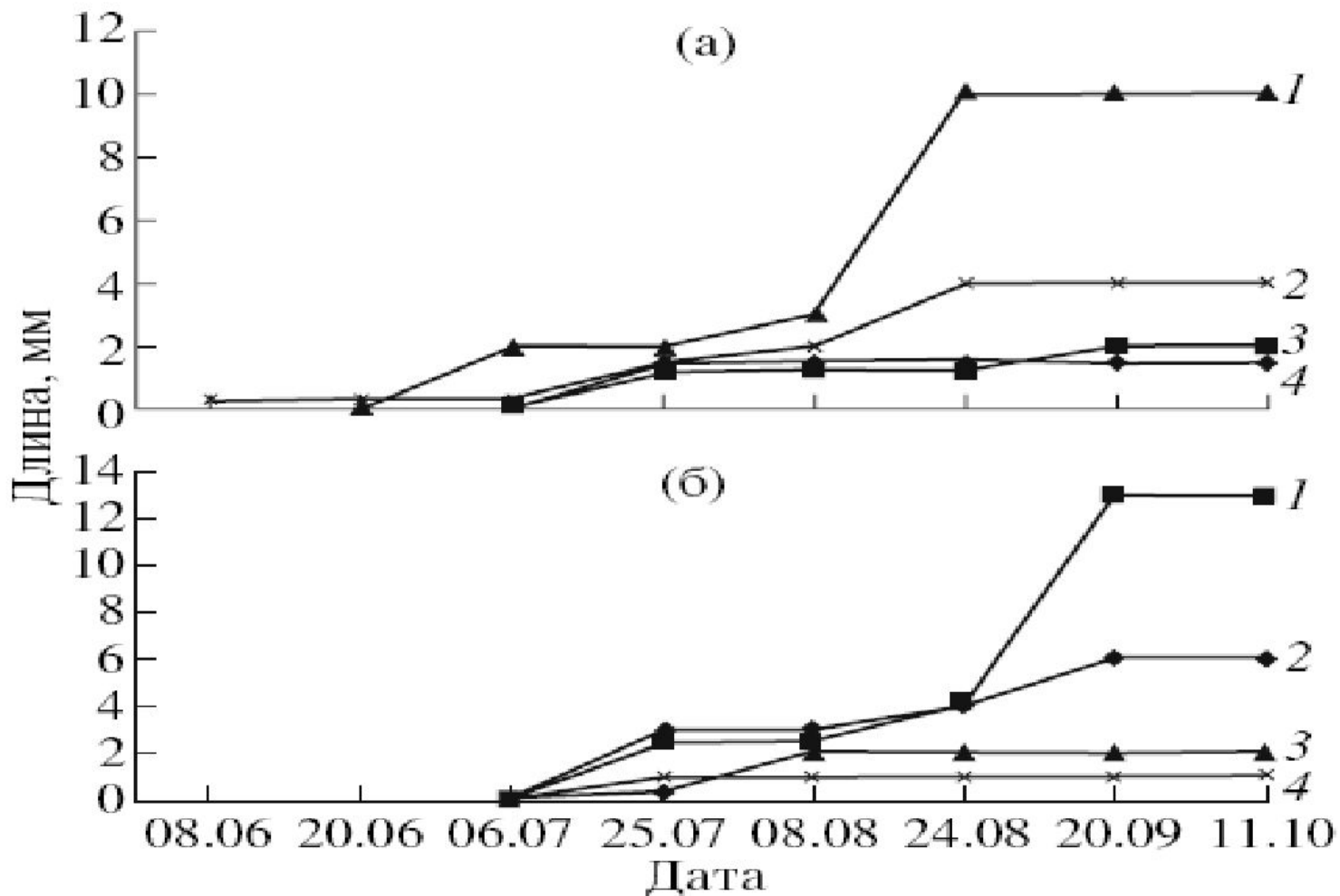
По: Горошкевич, Попов, 2009 (Journal of Siberian Federal University. Biology 1. С. 54-79)

Рост микоризных корней ели сибирской в ельнике сфагновом (а) и ельнике черничном (б).

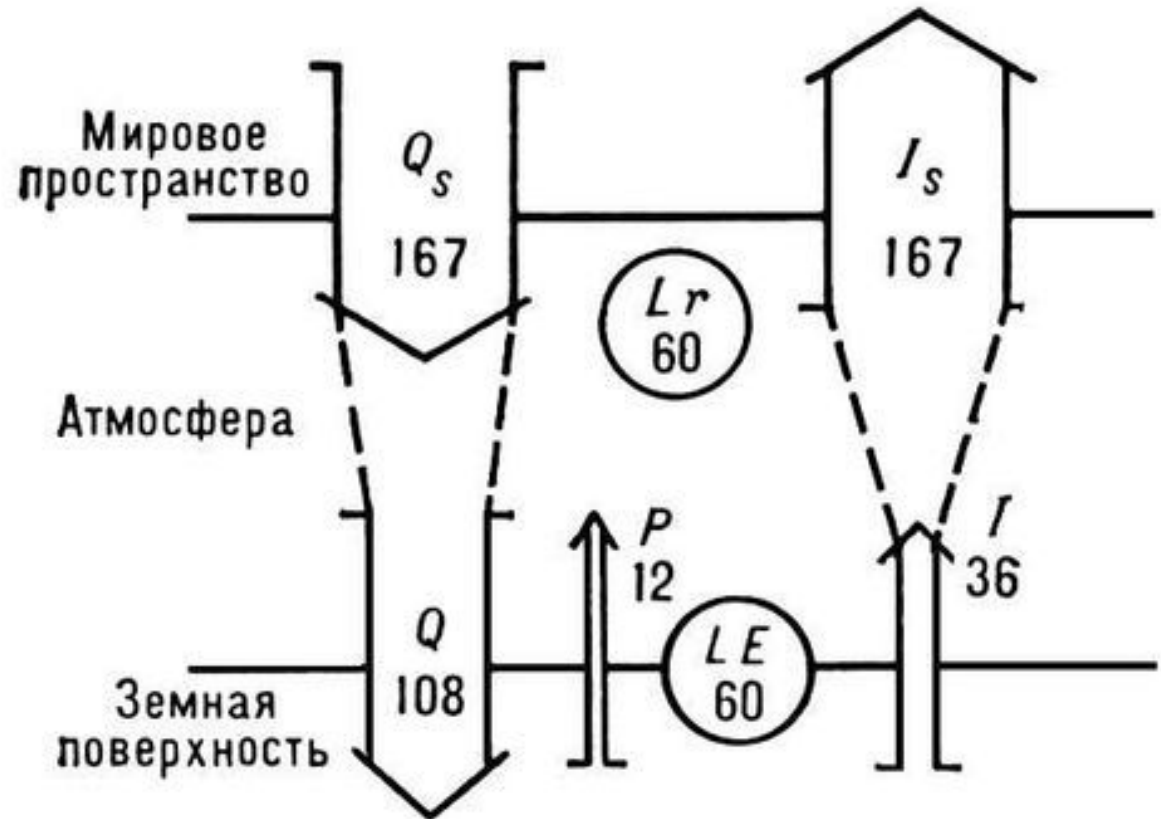
1, 2 – корневые окончания

3, 4 – боковые ответвления корневых окончаний

(По: Творожникова, Загирова, Пунегов, 2009 / Физиология растений. Т. 56. № 1. С. 117-122)



ПРИХОДНАЯ И РАСХОДНАЯ ЧАСТИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА



Под радиационным тепловым балансом В понимают приход и расход солнечной энергии в тепловых единицах (кДж) на единицу площади ($см^2$) за определенное время – сутки, вегетационный период, год.

Тепловой баланс

- *Накопленная энергия* расходуется на обеспечение жизнедеятельности системы по следующему уравнению (основные статьи расхода тепла):

$$B = \Phi + I + T,$$

где Φ – расход энергии на обеспечение фотосинтеза (не более 5%), I – расход тепла на физическое испарение с поверхности крон, живого напочвенного покрова и почвы (от 10 до 40%), T – расход энергии на транспирацию (от 40 до 60%)

Сравнительная оценка теплового баланса территорий

Район и объект	<i>B</i> кДж/см ² за сезон	Осадки вегетационного периода, мм	Расход тепла, %			
			<i>Ф</i>	<i>T</i>	<i>Иф</i>	<i>P</i>
РЕСПУБЛИКА КОМИ						
ЛЕС	23	400	0,65	60,0	31,0	8,4
ЛУГ	23	400	0,37	42,6	36,0	21,0
ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.						
ЛЕС	113	500	1,10	63,0	27,3	8,6
ЛУГ	113	500	0,37	42,6	36,0	21,0
КАВКАЗ (1100 м н.у.м.)						
ЛЕС	239	1145	1,00	45,6	27,8	25,6
ЛУГ	239	1145	0,50	33,1	37,2	29,2
ТУРКМЕНИЯ						
ПУСТЫНЯ	272	150	0,10	6,3	7,0	86,7

Ф – фотосинтез, **T** – транспирация, **Иф** – физическое испарение, **P** – турбулентный обмен

Отношение древесных пород к теплу

Шкала Г.Ф. Морозова

(по мере снижения теплолюбия)

- каштан,
- дуб,
- ясень,
- ильмовые,
- граб,
- сосна,
- ольха,
- береза,
- пихта,
- ель,
- кедр,
- лиственница.

Шкала П.С. Погребняка

(учитывает географическое распространение древесных пород, минимальные термохоры, сроки распускания и опадения листьев):

1. очень теплолюбивые (эвкалипт, кипарис);
2. теплолюбивые (каштан съедобный, орех грецкий, белая акация);
3. среднетребовательные (дуб, граб, ильмовые, ясень, липа, бук);
4. малотребовательные (осина, ольха серая, береза, ель, пихта, сосна, кедр, лиственница).

ЗАМОРОЗКОУСТОЙЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

- *Заморозкоустойчивость* - способность растений переносить заморозки без повреждений.
- Древесные породы по отношению к заморозкам иногда делят на три группы:
 1. чувствительные – ясень, пихта, бук, ель;
 2. относительно устойчивые – клен, лиственница, сосна;
 3. устойчивые – ольха серая, береза, осина, рябина.

ЗИМОСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

- *Зимостойкость* включает в себя оценку повреждаемости низкой температурой разных органов растений с учетом всего комплекса неблагоприятных термических условий зимы, например, чередования морозов и оттепелей.

МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

- *Морозоустойчивость* оценивается по реакции растений на отрицательные температуры воздуха.

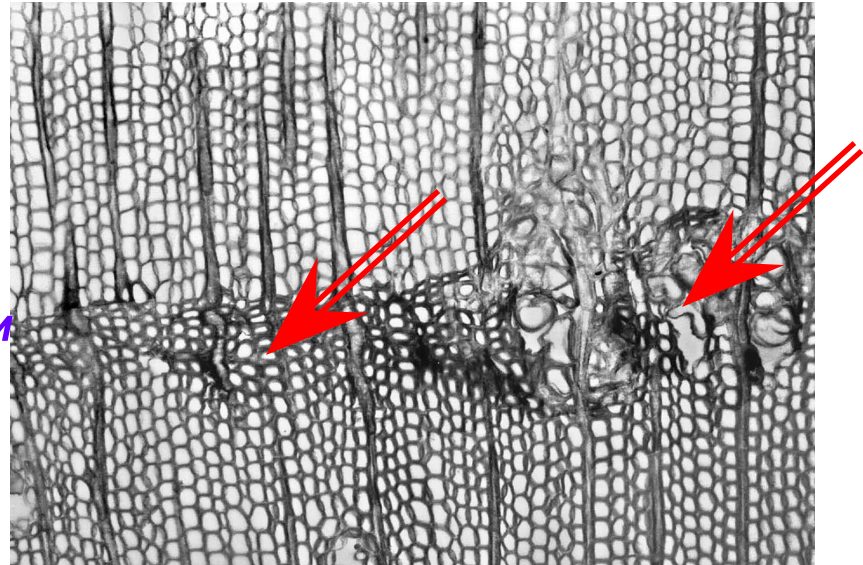
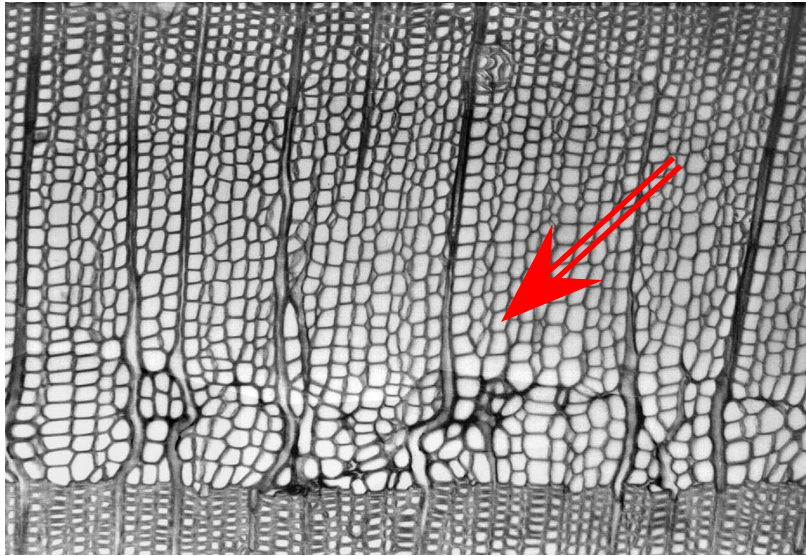


Морозобойные трещины на стволах деревьев



Образование в годичных кольцах древесины морзобойных повреждений

Нормальная структура годичных колец



Кольца с морзобойными повреждениями клеточной структуры

Повреждение растений низкими температурами

Вид повреждения	Причина возникновения	Какие древесные породы повреждаются	Меры борьбы
Выжимание корней молодых растений	Чередующееся промерзание и оттаивание почвы весной	Распространено на тяжелых обнаженных почвах (без подстилки)	Мульчирование почвы в питомниках, сохранение на вырубках подстилки, создание микроповышений, мелких куч из порубочных остатков.
Побивание побегов, листьев, цветков. Образование кристаллов льда в тканях.	Поздневесенние заморозки	Ель, пихта, бук, ясень	Предохраняют ель от повреждения заморозками поросль осины и березы, а также широколиственные виды трав (иван-чай, сныть и др.). Полив водой, создание дымовой завесы. Использование щитов, высоких гряд. Создание защитных полос вокруг питомников и плантаций
Повреждение побегов, так как они не успевают одревеснеть.	Раннеосенние заморозки	Экзоты, перенесенные из более теплого климата в холодный	Предварительно перед посадкой или посевом вводят породу устойчивую, а затем, под ее защиту, главную породу (система Vorwald).
Морозобойные трещины	Резкое понижение температуры	Дуб, береза, ильм, пихта, ель.	Разреживание древостоев. Селекция и выращивание более холодостойких форм древесных пород

Повреждение растений высокими температурами

Вид повреждения	Причина возникновения	Какие древесные породы повреждаются	Меры борьбы
Ожог коры	Нагревание коры с южной стороны ствола. Перегрев камбия и опадение коры пятнами	Происходит у внезапно оказавшихся на свету взрослых деревьев, прежде всего, с гладкой корой (бук, граб, пихта, ель). Не подвержены ожогу коры опушечные деревья с низкоопущенной кроной.	Формирование смешанных древостоев, создание подпологовых культур, побелка стволов
Ожог листьев и хвои	Быстрое нагревание при максимальной влажности (начало роста). Разрушение хлорофилла.	Наблюдается у подростка ели и пихты, внезапно выставленных на свет, а иногда и у взрослых деревьев.	Создание защитных полос
Опал шейки корня	Сильное нагревание поверхности почвы. Повреждение характеризуется поражением камбия.	Может иметь место у всех древесных пород, прежде всего, у сеянцев и самосева на границе с верхним слоем почвы, где может наблюдаться большой перепад температур. Чаще всего наблюдается на обнаженных, особенно на сухих песчаных, а также на темно-окрашенных почвах.	Систематическое рыхление почвы в питомниках, наличие защитного покрова из трав с широкой горизонтальной листовой пластинкой или из деревьев лиственных пород (березы, осины), затенение почвы в питомниках щитами.

Влияние леса на температуру воздуха

1. Снижает максимум температуры воздуха (за год, месяц).
2. Повышает температурные минимумы за месяц в течение года.
3. Уменьшает амплитуду колебаний температуры (за год, месяц, сутки).
4. Снижает среднюю годовую температуру воздуха, так как максимум понижается в большей степени, чем повышается минимум.

Влияние леса на температуру почвы

1. Уменьшает приток солнечных лучей к почве, предохраняя ее от радиационного излучения.
2. Уменьшает отдачу тепла почвой, поскольку под пологом древостоя ослаблено движение воздушных масс.
3. Летом лесная почва легче охлаждается, чем на открытом месте, а осенью труднее отдает тепло из-за повышенной влажности.
4. Почва в лесу зимой, как правило, промерзает на меньшую глубину.
5. Весной почва в лесу размерзается раньше, чем на открытом месте и начинает впитывать талые воды. Но так происходит не всегда: в малоснежные и морозные зимы почва в еловом лесу, слабо прикрытая снегом, промерзает сильнее. В северной тайге в ельниках почва промерзает даже глубже, чем на открытом месте.

Лесохозяйственные методы регулирования температуры

- 1. Лиственный ярус над елью и пихтой во избежание побивания заморозками, ожога хвои и коры надо удалять постепенно, за два-три приема. Целесообразность постепенной рубки вызвана, прежде всего, необходимостью постепенного укрепления подроста, с учетом его адаптационной способности к температурным колебаниям.**
- 2. Размещение рядов культур и коридоров при уходе за елью в северных районах с севера на юг, в южных – с запада на восток.**
- 3. Создание защитного полога из устойчивых к температурным колебаниям древесных пород (система Vorwald).**
- 4. Мелиорация почвы для ее утепления и улучшения воздушного режима.**
- 5. Рубки ухода (на Севере они являются основным средством утепления почвы).**
- 6. Разреживание густых опушек из ели и пихты с подлеском для утепления лесосеки.**
- 7. В горах – посадка чувствительных к температурным крайностям древесных пород на северных склонах.**

Проверочное задание:

1. Количество групп выделенных по отношению древесных пород к теплу (П. С. Погребняк):

- а) 3
- б) 4
- в) 5

2. Порода, относящаяся к группе пород “очень теплолюбивые” (П.С. Погребняк):

- а) Дуб пушистый
- б) Дуб пробковый
- в) Дуб скальный

3. Порода, относящаяся к группе пород “Среднетребовательные к теплу” (П.С. Погребняк):

- а) Орех грецкий
- б) Сосна обыкновенная
- в) Ольха чёрная

4. Порода, относящаяся к группе пород “Теплолюбивые” (П. С. Погребняк):

- а) Платан восточный +
- б) Секвойя гигантская
- в) Пихта белая