

Лекция 9.

Атмосферный воздух и лес

1. Состав воздуха и его значение в жизни леса.
2. Влияние леса на годовой состав атмосферы.
3. Роль лесов в динамике углекислого газа.
4. Особенности лесного воздуха: ионизация, выделение фитонцидов, аэрозолей, фильтрация пыли.
5. Влияние поллютантов на лес.
6. Лес и ветер.

1. Состав воздуха и его значение в жизни леса.

- Воздух в нижних слоях атмосферы содержит в среднем по объему:
- 78% азота,
- 21% кислорода,
- 1% инертных газов,
- 0,033% углекислого газа.

- Для леса непосредственно **азот** большого значения не имеет, поскольку растения напрямую его почти не усваивают. Концентрация азота довольно стабильна и поддерживается на одном и том же уровне.
- **Кислород** нужен для дыхания растений, животных, микроорганизмов. Снижение или повышение концентрации O_2 от нормы (21%) ухудшает фотосинтез.
- В почве иногда **бывает его мало**, что **отрицательно** отражается на **корневых системах растений** и их жизнедеятельности.

• Важнейшим компонентом атмосферы для жизнедеятельности леса является **углекислый газ (CO₂)**. Концентрация его в атмосфере весьма изменчива. В частности, зимой концентрация выше, летом — меньше, а ночью выше, чем днем. Повышение концентрации CO₂ до некоторого предела интенсифицирует фотосинтез растений, а затем фотосинтез падает. Повышение концентрации CO₂ в 10 раз вызывает увеличение фотосинтеза растений в 8...10 раз (Полевой, 1989).

- **Около 1%** в атмосфере занимают **инертные газы** (аргон, ксенон, неон, криптон, гелий). Считается, что они в жизнедеятельности леса не участвуют.
- В незначительных количествах в атмосфере присутствует **озон (O₃)**, который является энергичным окислителем, ускоряя гниение и разложение органического вещества.

- В атмосфере практически всегда присутствуют **водяные пары**, которые играют заметную роль в жизни леса. Их концентрация весьма изменчива.

- Все большую концентрацию в атмосфере приобретает **пыль**. Глобальный уровень ее с начала XX в. возрос на 20%, а в крупных городах - в десятки раз.

2. Влияние леса на годовой состав атмосферы.

- Лес оказывает воздействие на все компоненты атмосферы.
- Прежде всего **лес выделяет CO₂**. Главным образом это происходит за счет разложения лесной подстилки, дыхания растений и живых организмов и других источников. CO₂ тяжелее воздуха, он концентрируется у поверхности почвы (в основном на высоте 0,1—0,2 м), создавая благоприятные условия для нижних ярусов растительности. Избыток CO₂, компенсирует недостаток света

- **В кронах** концентрация **CO₂** всегда **ниже**, чем у поверхности почвы. Наблюдается даже его недостаток. Концентрация CO₂ в лесном воздухе в течение суток зависит от активности фотосинтеза. В ночные часы концентрация CO₂ выше (до 2 и более раз), поскольку фотосинтез не идет, а разложение органического вещества продолжается.

- Насаждения, отличающиеся почвенно-грунтовыми условиями или хотя бы одним таксационным признаком, имеют различный углекислотный режим.
- **В высокополнотных древостоях концентрация CO₂ выше, чем в низкополнотных.**
- **Концентрация CO₂ в высокобонитетных насаждениях почти вдвое выше, чем в низкобонитетных.**

- Изменение концентрации O_2 лесом проявляется меньше. Надземные органы растений не испытывают недостатка в O_2 , а корневые системы обходятся меньшим количеством O_2 .
- В почве O_2 почти всегда не хватает, что приводит к падению продуктивности лесных насаждений. В лесу, особенно в древесном пологе, концентрация O_2 повышена, хотя колебания концентрации в целом небольшие.

- На **азот** непосредственно лес влияние оказывает как путем поглощения его из атмосферы клубеньковыми бактериями, азотобактером, сине-зелеными водорослями, так и возвратом в атмосферу за счет разложения органического вещества, при сжигании органического вещества при лесных пожарах.

3. Роль лесов в динамике углекислого газа.

- Соотношение затрат O_2 и CO_2 на создание одного кубометра древесины различными древесными породами видно из следующих данных (по литературным материалам), кг:

Порода Поглощение CO₂ Выделение O₂

•Сосна 750 530

•Ель 700 500

•Дуб 1150 830

•Береза 1000 725

•Лиственные породы более активно поглощают CO₂ и выделяют O₂, чем хвойные. Особенно активен дуб.

• **Роль современных лесов в динамике углекислого газа** заключается в следующем:

• **1) Леса аккумулируют углерод** в древесине (если принять мировой запас древесины за 360 млрд.м.куб. массой 180 млрд. т., то углерод, составляющий половину древесины будет 90 млрд. т., что составляет около 13% от всего углерода в атмосфере). При использовании древесины, которая со временем минерализуется, основная часть углерода превращается в CO_2 и возвращается в атмосферу. Площадь лесов уменьшается, и от этого содержание CO_2 растет. Лесные пожары также способствуют поступлению CO_2 в атмосферу .

- 2) Лес аккумулирует углерод в гумусе (в среднем 10% от массы растительного опада до минерализации).
- 3) Лесные массивы, не изменяющие в течение длительного времени запас стволовой древесины, почти не влияют на газовый состав атмосферы, так как процессы фотосинтеза и разложения уравнивают друг друга.
- 4) Молодой лес, накапливая запас стволовой древесины, корней, подстилку, выделяет в процессе роста кислород, который в будущем почти весь будет потреблен на минерализацию созданной фитомассы.

4. Особенности лесного воздуха: ионизация, выделение фитонцидов, аэрозолей, фильтрация пыли.

- **Ионизация** кислорода в лесу происходит за счет фотоэлектрического эффекта на поверхности листьев при фотосинтезе. Утром и вечером ионизация усиливается за счет газообразной фракции продуктов полураспада радиоактивных веществ, находящихся в земле.

- Ионизация воздуха способствует накоплению в надземных органах растений радиоактивных изотопов, в основном калия, поступающих из почвы. Ионизации подвергается и кислород, приносимый ветром. Концентрация ионов в воздухе леса в 2—3 раза выше, чем в морском воздухе и в 5—10 раз выше, чем в воздухе крупных городов.

- Выделение **фитонцидов** — веществ, повышающих иммунитет растений и играющих определенную роль в их взаимоотношениях. Иммунное значение фитонцидов проявляется при ранении живых тканей растений, которые защищают выделяющиеся соединения.

• Фитонциды в лесу убивают микрофлору воздуха, делая его стерильно чистым и здоровым. Различные органические вещества (аминокислоты, органические кислоты, углеводы и др.) выделяются также и корневыми системами растений, создавая некие "фитонцидные поля" в почве. Существует как бы две «линии обороны» (Крючков, 1989). Первая — летучие фитонциды, вторая — фитонциды, закрепленные в растениях.

• **Шкала фитонцидности древесных и кустарниковых пород по И.В. Гуняженко:**

• **1. Очень сильно фитонцидные** — лиственница сибирская, черемуха обыкновенная.

• **2. Сильно фитонцидные** — береза повислая, сосна обыкновенная, ольха черная, тополь канадский, боярышник полумягкий, дуб черешчатый.

• **3. Средне фитонцидные** — рябина обыкновенная, ель колючая, ель обыкновенная, клен остролистный, дерен белый, ива козья, акация белая, пузыреплодник калинолистный.

- Лес интенсивно производит **твердые примеси (аэрозоли)** в виде пыльцы растений и спор грибов. Ежегодно 1 га леса может выбрасывать в атмосферу от 60 до 700 кг пыльцы.

- **Адсорбирование пыли** осуществляется всеми ярусами растительности и органами растений, так как над лесом в жаркие дни — нисходящий поток воздуха. В результате влияния ветра и осадков, а также вместе с лесным опадом, пыль поступает в почву. Один гектар леса в год отфильтровывает из воздуха до 50—70 т пыли. Таким образом, концентрация пыли в лесу всегда меньше, чем на открытом месте

5. Влияние поллютантов на лес.

- Лес постоянно находится под воздействием **аэропромвыбросов** (газов, пыли, дыма).

Среди поллютантов доминируют: сернистый газ (SO_2), сернистый ангидрид (SO_3), сероводород (H_2S), фтористый водород (HF), хлористый водород (HCl), аммиак (NH_3), хлор, окислы азота, тяжелые металлы (ртуть, цинк, хром и др.) и др. Наиболее агрессивны по отношению к растениям газы. Лес очищает воздух от поллютантов в виде механической фильтрации и биологической аккумуляции.

- Различные виды древесных растений имеют неодинаковую устойчивость к поллютантам что надо учитывать в лесохозяйственной практике.

- Н.П. Красинский подразделил газоустойчивость растений на три вида: **биологическую** — способность растений быстро восстанавливать поврежденные органы; **морфологическую** - защитные приспособления растений; **физиологическую** — способность противостоять вредному воздействию.

•Ю. З. Кулагин (1974) предлагает следующую классификацию устойчивости растений к поллютантам:

- 1) анатомическую,
- 2) физиологическую,
- 3) биохимическую,
- 4) габитуальную,
- 5) феноритмическую,
- 6) анабиотическую,
- 7) регенерационную,
- 8) популяционную и 9) ценотическую.

•Согласно В. С. Николаевскому (1979, 1987 и др.), газоустойчивые виды растений менее активно фотосинтезируют, у них более ксероморфное строение хвои и листьев: хвоя и листья мельче, уменьшаются размеры клеток и устьиц, увеличивается число устьиц на 1 мм^2 хвои или листа, утолщается кутикула, у хвои и листьев снижается скорость газообмена за счет меньшей вентиляруемости губчатой паренхимы (чем она меньше, тем газоустойчивее растения); кроме того, хвоя и листья отличаются повышенным общим содержанием воды, более высокой водоудерживающей способностью и пониженной концентрацией клеточного сока.

- Эти признаки позволяют вести целенаправленный подбор ассортимента древесных пород для выращивания в условиях аэропромвыбросов.
- Мероприятия, **повышающие устойчивость** лесных насаждений к **поллютантам**. В.С. Николаевский (1979) подразделяет на четыре группы: **агротехнические, биологические, физико-биохимические, селекционные**. Выделяют еще группу **лесоводственных мероприятий**.

• ***Агротехнические мероприятия.***

Применение этой группы мероприятий направлено на улучшение агротехнического фона лесовыращивания, что повышает устойчивость растений к поллютантам.

• ***Из биологических мероприятий***

известна предпосевная подготовка семян, в частности, воздействием на семена древесных пород с целью повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам лазерным лучом.

• ***Физиолого-биохимические мероприятия*** включают использование микроэлементов (марганца, цинка, магния, бора, меди, железа и др.), физиологически активных соединений (фитогормонов, например), некоторых метаболитов (глюкозы, сахарозы), стимуляторов (ауксины) и др.

• ***Селекция древесных пород.*** Наиболее доступно в широких масштабах использование для размножения и выращивания лесных насаждений внутривидовых форм, устойчивых к тем или иным поллютантам.

- Широкую группу представляют **лесоводственные мероприятия**, прежде всего это касается рубок ухода. Рубками ухода и другими лесоводственными мероприятиями необходимо формировать насаждения многовидовые, сложные по структуре, густые, раносмыкающиеся. Целесообразна замена малоустойчивых насаждений на более устойчивые, например, осинники на березняки. Целесообразно формирование опушек из более устойчивых древесных пород, которые будут защищать неустойчивые породы. Технологические коридоры для рубок ухода, проложенные вдоль преобладающих ветров, способствуют лучшей вентиляции насаждений.

6. Лес и ветер.

- Влияние ветра на лес имеет следующие аспекты:
 - 1) **Морфологический** — ветер влияет на формирование внешнего вида ствола, кроны, корневой системы.
 - 2) **Физиологический** — ветер влияет на транспирацию, фотосинтез деревьев.

- 3) **Биологический** — ветер переносит пыльцу, распространяет плоды и семена.
- 4) **Микроклиматический** — перераспределение влаги, тепла, изменение концентрации углекислого газа и улучшение световой обстановки в насаждении путем деформации крон и перемещение солнечных бликов, перенос пыли и поллютантов.

- Наиболее ощутимый вред лесному хозяйству причиняют **ветровал — вываливание деревьев с корнями — и бурелом — слом деревьев.**
- Наиболее **ветровальными** породами являются **ель, береза, бук, сосна веймутова.**
- Наиболее **подвержены бурелому осина, липа, пихта, ель** — породы с мягкой древесиной и часто поражающиеся **стволовыми гнилями.**















- На устойчивость деревьев к ветровалу влияют следующие факторы:

- **1) Биологические и экологические особенности самой породы** — формирование определенной корневой системы, качество древесины ствола и т.д.

- **2) Почвенно-гидрологические условия.** От глубины и плодородия почв зависит развитие корневых систем деревьев. Увеличение влажности почвы ослабляет устойчивость деревьев

•3) **Сезон года.** По сезонам года ветры имеют различную силу и направленность, чаще всего ветровалы возникают осенью. На промерзшей почве ветровал практически исключается.

•4) **Возраст и фитопатологическое состояние деревьев.** Молодые деревья устойчивее к ветру, чем старые, которые имеют более крупные размеры и иногда поражены корневыми гнилями.

•5) **Густота древостоев.** Деревья, выросшие на свободе или в негустом древостое сформированы в сторону большей ветроустойчивости. Это же характерно и для опушек. Деревья, выросшие в густых древостоях, имеют слабую ветроустойчивость и особенно подвержены ветровалу при выставлении их на простор, например, в результате сплошных рубок, верховых пожаров, когда остающаяся стена леса может полностью быть вывалена ветром.

•6) **Состав древостоев.** Смешанные древостои более устойчивы к ветру, чем чистые.

- **Повышение ветроустойчивости древостоев достигается:**

- 1) Регулярным, с молодости, разреживанием их. Это обеспечивает развитие корневых систем деревьев и стволы приобретают ветроустойчивые качества. При этом формируются смешанный состав и вертикальная сомкнутость древостоев, многокомпонентность насаждений.

- 2) Формирование ветроупорных опушек. Эти опушки представляют собой полосы лесных насаждений по границам с безлесными пространствами и предназначены для смягчения вредного действия ветра на защищаемые ими участки леса.
- 3) Создание ветрозащитных полос.
- 4) Тщательное соблюдение всех нормативов при проведении рубок главного пользования.

- Общая схема **влияния леса на ветер** такова.

- При подходе воздушной массы к лесу, на расстоянии 60...100 м, а иногда и до 10-12 высот древостоев, она раздваивается: часть воздушного потока, ускоряясь, устремляется вверх до 1 км и более, другая часть, продолжая движение, проникает в лес, где ветер уже на расстоянии 120...150м не превышает 6...7% от первоначальной скорости открытого пространства (но абсолютного штиля в лесу не бывает)

- За массивом леса с подветренной стороны образуется воздухопад на расстоянии **до 10 высот леса**, а общее влияние лес оказывает **до 15...20 высот**. Ветровая тень за лесом может достигать 500 м и более.