

## 12.4. Регулирование микроклимата в лесных экосистемах

(Илюшкова Е.М., Ермаков С.Ю., Таллер Е.Б.)

Леса – это ключевые наземные экосистемы на нашей планете. Они занимают около 38 млн км<sup>2</sup> территории Земли, что соответствует 30% общей площади. В России ими покрыто около 800 млн га, что составляет 45% территории. Благодаря своему многообразию, они обеспечивают важнейшие экосистемные услуги [189, 200].

Экосистемные услуги – это множество экологических функций (физических, химических, биологических), которые непосредственно связаны и полезны для жизнедеятельности человека. Спрос на такие услуги неуклонно растет, особенно при растущей урбанизации. Считается, что 60% экологических услуг используются нерационально, что оказывает неблагоприятное воздействие на благополучие людей. Их можно разделить на различные категории: регулирующие, поддерживающие, ресурсосберегающие, культурные [195, 213].

Несмотря на то, что лесные экосистемы выполняют множество экосистемных услуг, в последнее десятилетие они подвергаются все большему давлению, связанному с глобальным изменением климата, изменением структуры землепользования. Например, климатические аномалии такие как засухи, лесные пожары, вредители и болезни существенно уменьшают лесные площади [216].

Важнейшими остаются вопросы сохранения биологического разнообразия, устойчивости лесных экосистем, обеспечения существенными экономическими ценностями, формирования почв и контролирование циклов элементов питания, секвестирования углерода, регулирования газового состава атмосферы и биохимических циклов, снижения шума в городской среде и улучшения качества воздуха.

Климат – важный фактор в устойчивости лесных экосистем в различных масштабах от регионального до глобального уровня. Под влиянием изменения

климатических характеристик за последнее десятилетие отмечается уменьшение функционирования полога леса из-за комбинированного воздействия природных нарушений и лесопользования [225].

В лесной экосистеме происходит формирование своего микроклимата. Породный состав древостоев и климатические показатели оказывают существенное влияние на местный микроклимат: скорость ветра, уровень радиации, влажность воздуха, влажность и температуру почвы [219].

Структурная целостность лесов является важнейшим компонентом буферной способности микроклимата, поэтому изменения в ней могут преобразовать процессы, протекающие в подлеске. Полог леса обеспечивает смягчение климата в подлеске, что называется буферизацией микроклимата, которая связана с биотическими и абиотическими компонентами леса, влияющими на радиационную нагрузку, перемешивание воздуха и эвапотранспирацию [198].

В лесах формируется свой подпологовый микроклимат, регулируемый разнообразными биофизическими процессами и имеющий огромное значение для роста и выживания подлесковой растительности и саженцев. Кроны и стволы деревьев частично защищают приземные участки от солнечной радиации и уменьшают перемешивание воздуха. Как следствие, микроклимат под пологом может существенно отличаться от сопоставимых открытых территорий. Внутри лесных насаждений температура воздуха обычно снижается в меньшей степени ночью и меньше повышается в дневное время. Она тесно связана с относительной влажностью, демонстрирующей противоположную картину в различные временные периоды. Однако, дневные и ночные климатические изменения в лесной экосистеме зависят от погодных условий, времени года, суточных амплитуд, структуры леса, физико-географической ситуации (высоты, уклона, экспозиции склона) [231].

Затенение полога леса влияет на характеристики древесной растительности и на почвенный покров, а именно на температуру почвы. Следовательно, почвы под лесом обычно прогреваются меньше, чем открытая

местность, что приводит к уменьшению тепловой энергии. Кроме того, более холодная температура под пологом приводит к более высокой относительной влажности внутри леса при постоянном абсолютном содержании воды в воздухе. Дополнительное воздействие почвы на микроклимат происходит за счет испарительного охлаждения или потока скрытого тепла. Исследованиями было доказано, что лесные экосистемы эффективно амортизируют экстремальные климатические явления и смягчают последствия изменения климата под пологом леса [234].

Установлено также, что в глобальном масштабе температура подлеска в лесах составляет в среднем  $1,7 \pm 0,3$  °C (средняя) и  $4,1 \pm 0,5$  °C (максимальная), что ниже температуры окружающей среды что превышает глобальное потепление температуры суши и океана ( $0,99$  °C) за последнее столетие. Вместе с тем следует отметить, что величина этого охлаждающего эффекта различается между лесонасаждениями. Состав леса влияет на охлаждение, поскольку, виды деревьев существенно различаются по морфологическим и физиологическим характеристикам, влияющим на энергетический баланс. Ожидается, что влияние древесных пород будет наибольшим в кронах деревьев смешанных насаждений, что может привести к трехмерной мозаике различных микроклиматов. Они создают свои уникальные мозаичные «тепловые ландшафты», где формируются особенные физиологические характеристики самих деревьев, а, следовательно, и свои экосистемные услуги, предоставляемые лесными экосистемами [223].

Помимо полога, кроны древостоя также оказывают существенное влияние на лесную экосистему. Они смягчают экстремальные климатические явления и последствия изменения климата. В общем, деревья охлаждают микроклимат своей кроны, регулируя локальный энергетический баланс. Происходит это за счет эвапотранспирации, когда вода превращается в водяной пар путем извлечения энергии из местной окружающей среды, а также путем поглощения и отражения поступающей энергии.

Структура крон, гидравлические характеристики, температура различаются не только между различными видами деревьев, но и по вертикали в кроне дерева. Большое влияние на регулирование температуры (поскольку она влияет на затенение и транспирационное охлаждение) оказывает прозрачность кроны. Она вызывает противоположное влияние на температуру в верхней и нижней частях кроны. Было установлено, что температура верхней поверхности полога увеличивается с уплотнением полога из-за увеличения поглощения солнечной радиации.

В настоящее время практически не осталось экосистем, не затронутых деятельностью человека, защита и устойчивое использование экосистем, в том числе экосистемных услуг выступает ключевым компонентом глобального устойчивого развития [215].

Поскольку прогнозируется, что под влиянием изменения климата может произойти изменение вегетационного периода, то важно понимать и отслеживать основные факторы, влиявшие на формирование своего микроклимата в лесных экосистемах. Наиболее целесообразно наблюдать изменения во взаимосвязанной системе почва-растение-атмосфера.

Состояние лесов является глобальной экологической проблемой. Сведение лесов приведет к общему ухудшению глобальной экологической среды, усилит климатический дисбаланс, деградацию и опустынивание территорий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время, когда роль водных ресурсов, мелиоративных мероприятий в развитии экономики и вообще в жизни человеческого общества неизмеримо возросла, исследования, разработки, новые конструктивные решения, технологии и технологические приемы, их количественная оценка и анализ приобретает особо важное значение.

Гидромелиорация - важный фактор интенсификации с.-х. производства и научно-технического прогресса в сельском хозяйстве, открывающий широкие возможности для повышения урожайности, создания прочной кормовой базы животноводства, освоения пустынных и заболоченных земель. Технический уровень гидромелиорации и в целом всего водного хозяйства определяется уровнем развития техники и технологии страны, характером производственных отношений, зональными условиями отдельных территорий и хозяйственными задачами.

В монографии в сжатой форме представлены основные результаты научных исследований и практических разработок по всем перечисленным выше аспектам в области водных ресурсов, гидромелиоративных мероприятий, водохозяйственного строительства, дан научный анализ полученных выводов и намечены дальнейшие направления и перспективы.