

## МАССОВОЕ УСУХАНИЕ ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ НА РОССИЙСКОМ ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ: ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ

*Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова*

**Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток**

В конце XX столетия внимание мировой общественности было обращено на ухудшение состояния лесов в Северном полушарии, которое в ряде случаев сопровождалось их усыханием. В Европе этот процесс проявился на огромной площади (несколько миллионов гектаров) и охватил более 10 древесных пород, а в Северной Америке он отмечен для нескольких видов сосен, елей и пихт.

Существенное крупномасштабное ухудшение санитарного состояния лесов с видимыми признаками их повреждения, вызванное комбинацией факторов различной природы, получило название региональной деградации лесов (Cowling, 1986). Этот процесс весьма динамичен и далеко не всегда сопровождается их гибелью. Сейчас, когда установлено, что он охватывает всю бореальную зону, вполне оправданно говорить о его глобальных масштабах. Среди древесных пород, ухудшение состояния которых привлекло к себе внимание, были ели: в Европе – *Picea abies* (L.) Karst., в Северной Америке – *P. rubens* Sarg., *P. sitchensis* (Bong.) Carr., *P. glauca* (Moench) Voss, *P. × lutzii* Little.

По поводу причин деградации и усыхания лесов выдвинуто более 170 рабочих гипотез (Rehfuess, 1991), многие из которых подтверждены экспериментально. Но в своем большинстве они основывались на конкретных случаях и не могли объяснить явление в целом. Значительное число гипотез связано с повреждением лесов в результате загрязнения окружающей среды, хотя в последнее время все большее

внимание уделяют естественным стрессовым факторам, роль которых при оценке состояния лесов до недавнего времени нередко недооценивалась. По мнению некоторых авторов (Duinker, 1987), состояние лесов ухудшается по всему миру и обусловлено не только региональными причинами, но и глобальными изменениями в биосфере. Г. Шмидт-Фогт (Schmidt-Vogt, 1989), критически рассмотрев гипотезы, объясняющие широкомасштабное ухудшение состояния лесов, обратил внимание на то, что даже воздействие факторов, проявляющихся на обширных территориях, имеет локальную и региональную специфику и зависит от особенностей местообитаний, возраста, состава и других характеристик древостоя.

Проблема усыхания темнохвойных лесов, образуемых елью аянской *Picea jezoensis* (Sieb. et Zucc.) Carr. (= *P. ajanensis*) и пихтой белокорой *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim., весьма актуальна для российского Дальнего Востока. Пихтово-еловые леса здесь являются зональной лесной формацией и занимают обширную территорию, уступая по площади только лиственничникам. Они выполняют выдающиеся экологические функции, и в них сосредоточены огромные запасы древесины. В целом пихтово-еловые леса имеют устойчивые фитоценологические позиции, однако в них неоднократно происходило массовое усыхание, приводящее к негативным экологическим и хозяйственным последствиям.

Первые достоверные сведения об усыхании хвойных лесов на российском Дальнем Востоке привел известный лесовод В.Ф. Овсянников (1925), обследовавший Матайскую лесную дачу (бассейн р. Хор; Хабаровский край). По его данным, в районе устья р. Матай по склонам сопок встречались единичные сухие деревья преимущественно кедра корейского; выше по течению этой реки имелись отдельные участки усохшего хвойного леса из кедра и ели; «...приближаясь к Матайской даче, мы уже наблюдаем картину почти сплошь засохших насаждений» (Овсянников, 1925, с. 103) – верхний ярус из кедра и ели совершенно усох, во втором ярусе еще встречались живые деревья этих пород, а в подросте (там, где он есть) можно видеть совсем зеленую хвойную молодежь; лиственные деревья практически не затронуты усыханием; общая доля сухих деревьев составляла несколько более 77% по массе. Лесовод полагал, что усыхание лесов не ограничивалось только

Матайской лесной дачей, но и распространялось далее в горы, очевидно, до Бикинского водораздела.

Овсянников обследовал Матайскую дачу в то время, когда процесс усыхания деревьев уже завершился – сухие стволы были полусгнившими и сильно «изъеденными» личинками усачей. Касаясь причин усыхания хвойных лесов, он отмечал их перестойность, что снижало естественную сопротивляемость древостоев к разного рода заболеваниям. Он сделал предположительное заключение, что усыхание лесов вызвано размножением насекомых и распространением «заразных заболеваний» в результате бессистемных рубок на переселенческих наделах, которые были отведены здесь в 1908-1912 гг.

В качестве уроков, которые следует извлечь из случая усыхания лесов в бассейне р. Матай, Овсянников назвал следующие: 1) соблюдать строжайшие санитарные меры, включающие своевременную уборку лесорубочных остатков и 2) «...не держать на корню перестойный лес...» (Овсянников, 1925, с. 107).

Таким образом, описанный Овсянниковым случай гибели лесов в бассейне р. Матай впервые достоверно характеризует естественное массовое усыхание хвойных лесов, основными компонентами которых были кедр и ель. По приведенным им сведениям картина усыхания представляется в следующем виде: полная гибель хвойных деревьев в верхнем пологе древостоя, выживание части деревьев в нижних пологах, сохранение хвойных пород в подросте.

В конце 1930-х гг. внимание лесоводов было привлечено к усыханию пихтово-еловых лесов, произрастающих на базальтовом плато в Южном Приморье. По мнению Л.В. Любарского и С.А. Золотарева, участвовавших в двух комплексных экспедициях Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства (ДальНИИЛХ) по обследованию лесов (1937 и 1949 гг.), деградация пихтово-еловых лесов здесь началась в 1931-1932 гг. Хотя отдельные мелкие очажки усыхания в верховьях горных ручьев были отмечены уже в 1929 г., экспедиция из работников лесхоза в 1930 г. их не обнаружила (Соловьев и др., 1961). К 1949 г. пихтово-еловые леса, в разной степени затронутые усыханием, занимали уже значительную площадь.

Экспедиция 1937 г. в составе Л.В. Любарского, Ф.И. Киселева и С.А. Золотарева пришла к заключению, что основными причинами

усыхания пихтово-еловых лесов являются заболачивание почв, вредные насекомые, грибные болезни и отчасти нерациональные рубки. Отчет экспедиции не был опубликован, но Золотарев начал развивать гипотезу о первостепенной роли заболачивания почв в массовом усыхании пихтово-еловых лесов.

Он (Золотарев, 1949, 1950а) акцентировал внимание на том, что усыхание лесов, как правило, начинается с отмирания древостоев, приуроченных главным образом к пониженным местам, затем усохшие участки увеличиваются в размерах и происходит смыкание очагов усыхания, в результате чего живые деревья оказываются размещенными по территории отдельными островами.

Усыхание ели и пихты, по его данным, происходило в различных возрастах, начиная с 50-60 лет и старше, но преобладала возрастная группа в 80-100 лет, предельный же возраст ели в очагах усыхания достигал 125 лет; это позволило Золотареву говорить об усыхании древостоев, не достигших возраста естественной спелости. Усыханию деревьев предшествует довольно длительный период замедленного роста, что свидетельствует о постепенном их ослаблении; в последние 10-30 лет у них резко падал прирост по высоте и диаметру, а за 1-3 года до гибели отмирала вершина.

Л.В. Любарский (1949), подводя итоги второй комплексной экспедиции ДальНИИЛХ, в которой помимо него участвовали С.А. Золотарев, Г.А. Трегубов и Ф.М. Рудницкий, констатировал, что пятна усыхания в древостоях пихтово-еловых лесов бывают приурочены к участкам отрицательного рельефа, но они столь же обычны на пологих склонах и нередко на крутых. Он обратил внимание на то, что усыхание лесов происходит не одновременно в различных малых бассейнах: разница может составлять примерно 10 лет.

Наиболее подвержена усыханию ель аянская; в большинстве случаев в первую очередь гибнут крупные стволы; это подтверждают данные многочисленных наблюдений и материалы 2 пробных площадей, заложенных в 1949 г. Одна пробная площадь характеризовала древостой, где интенсивное усыхание началось в 1947-1948 гг.; мертвые деревья ели к этому времени составляли 69% по запасу, а пихты – 15,9%. Другая пробная площадь была заложена в древостое, где усыхание началось 12 лет назад; на отмершие деревья ели здесь уже

приходилось почти 92%, а пихты – около 70%. В последующем (1960 г.) на этих пробных площадях были сделаны повторные перечеты деревьев (Любарский, Соловьев, 1962), что позволило судить о динамике состава древостоев и подлеска, а также о естественном возобновлении древесных пород.

Обобщая все накопленные материалы, Л.В. Любарский (1949, 1955) считал, что массовое усыхание есть результат воздействия комплекса причин, среди которых ведущими являются: периодические длительные весенне-летние засухи; многолетнее переувлажнение почв атмосферными осадками; заболачивание почв, но как частный случай, проявляющийся на малых площадях; поражение корневой системы деревьев дереворазрушающими грибами; важную роль в динамике усыхания древостоев он отводил насекомым, а губительное воздействие засухи связывал с наличием подзолистого горизонта в почвах, который изолирует поверхностную корневую систему ели и пихты от снабжения влагой из нижележащих горизонтов.

Материалы, собранные во время экспедиций ДальНИИЛХ, легли в основу серии публикаций, что способствовало привлечению внимания научной общественности и практиков лесного хозяйства к феномену усыхания пихтово-еловых лесов. Именно с конца 1940-х годов массовое усыхание этих лесов стало рассматриваться как важная научная и хозяйственная проблема, в обсуждении которой приняли участие многие исследователи. Уже на самых первых этапах изучения массового усыхания пихтово-еловых лесов были высказаны разные точки зрения по поводу этого явления. Одна из них принадлежит Золотареву (1950а, б, 1953). Она привлекла к себе внимание лесоводов, хотя многие отмечали ее дискуссионность, а некоторые были не согласны с ней по существу. Золотарев считал, что непосредственной причиной отмирания хвойных деревьев задолго до их естественной старости является ухудшение водно-воздушного режима почвы вследствие ее заболачивания. В заболачивании почв он выделил 2 фазы; в первую происходит усиление оподзоленности почвы и создание условий для развития болотного процесса, во вторую – затухание подзолистого и интенсивное развитие болотного процесса, что в конечном счете приводит к превращению почвы в глеевую.

По его мнению, все это является результатом прямого влияния пихтово-еловых лесов на почву, происходящего на фоне переувлажнения местообитаний вследствие большого количества осадков и выровненной поверхности плато. В конце концов изменения почв должны привести к вымиранию пихтово-еловых лесов и к смене их другими растительными формациями.

Гипотезу усыхания пихтово-еловых лесов вследствие заболачивания местообитаний Золотарев сформулировал под влиянием идей В.Р. Вильямса (1949) о едином почвообразовательном процессе и пытался иллюстрировать ее специально подобранными материалами. Об этом свидетельствуют приводимые им сведения о морфологии почв под усыхающими и живыми древостоями (мощность подзолистого горизонта, глубина залегания почвенных вод), которые находились в различных типах условий местопроизрастания и сравнение которых для доказательства интенсивного подзолообразования под усыхающими древостоями недопустимо. Химические анализы почв, представленные Золотаревым, содержали ряд серьезных ошибок и не давали основания относить почвы под усыхающими лесами к подзолистым (Манько, Гладкова, 1993).

С конца 1940-х годов к исследованиям массового усыхания пихтово-еловых лесов подключился Дальневосточный филиал АН СССР. В.А. Розенберг при изучении пихтово-еловых лесов Южного Сихотэ-Алиня в интенсивно усыхающих древостоях (запас сухостоя от 47 до 76%) заложил 5 пробных площадей, на основе которых пришел к выводу, что в первую очередь отмирают крупные экземпляры ели из господствующего полога; в подчиненных пологах ель усыхает менее интенсивно. Усыхающие деревья в среднем несколько старше живых, но среди них довольно большая доля особей, возраст которых ниже возраста естественной спелости ели.

По заключению Розенберга, усыхание происходит во всех типах леса, но более интенсивно в древостоях высокой производительности. В высокогорных ельниках массовое отмирание ели и пихты наблюдается относительно редко и не охватывает значительных площадей. В горных лесах это явление распространено более широко, в долинных лесах, напротив, оно проявляется редко. Отмирание ели сопровождается усилением роли сопутствующих пород

(пихты белокорой, березы шерстистой), вплоть до их временного преобладания.

Основной причиной усыхания ели Розенберг считал ее перестойность. По его мнению, «правильнее было бы говорить не об усыхании ели, а об отмирании ее в связи с достижением возраста физической спелости» (Розенберг, 1961, с. 201). Но в таком случае оставались неясными причины отмирания молодых особей ели и пихты, не достигших возраста физической спелости; на это обращали внимание Золотарев и последующие исследователи, не поддерживающие прямую связь усыхания с возрастом отмирающих деревьев.

Массовая гибель темнохвойных пород происходит, по мнению Розенберга, тогда, когда перестойные древостои испытывают резкие колебания жизненных факторов среды. В числе неблагоприятных факторов он называет засуху, длительное сохранение сезонной мерзлоты в почве, заболачивание местообитаний, зимнюю засуху на открытых ветрам склонах верхнего пояса гор.

В целом Розенберг рассматривал массовое усыхание лесов как закономерную стадию отмирания преобладающих старых поколений ели и пихты. По его наблюдениям, усыхание пихтово-еловых лесов обычно начинается группами, затем группы расширяются, сливаются между собой, и постепенно этот процесс охватывает целые участки и даже массивы леса. На месте усохших древостоев успешно и быстро восстанавливаются древостои с преобладанием темнохвойных пород. То есть происходит естественная смена старых поколений ели и пихты молодыми. С этой точки зрения он подходит к оценке причин возникновения и новых очагов усыхания, появившихся в 1980-е годы на севере Приморского края, которые рассматриваются не более как закономерные этапы возрастной динамики пихтово-еловых лесов (Розенберг и др., 1993).

Б.П. Колесников (1956) предполагал, что в массовом усыхании перестойных пихтово-еловых лесов повинны прежде всего сильные летние засухи, которые неблагоприятно влияют и на кедрово-широколиственные леса.

На пробных площадях Розенберга летом 1947 г. К.П. Богатырев (1956) изучал почвы. По поводу причин усыхания пихтово-еловых лесов он в целом присоединился к точке зрения Колесникова и

Розенберга, считая, что в подавляющем большинстве случаев причиной гибели лесов является дефицит влаги в корнеобитаемых слоях почвы, что обусловлено грубой щебнистостью бурых горно-лесных почв, формирующихся на трещиноватых базальтах. Он критически рассмотрел данные Золотарева о почвах под усыхающими пихтово-еловыми лесами и пришел к выводу, что гипотеза этого автора о связи усыхания с процессом оподзоливания почв не подтверждается приводимыми им материалами. Оригинальные данные, полученные Богатыревым на пробных площадях, также не свидетельствуют в пользу гипотезы прогрессирующего заболачивания почв под пихтово-еловыми лесами.

Вопросами усыхания пихтово-еловых лесов Южного Приморья глубоко интересовался А.И. Куренцов (1950), объяснивший этот феномен комплексом причин, среди которых названы биоценотические, эрозионные, нивальные, эдафические и вторичные. Биоценотические факторы (прежде всего насекомые, а затем грибы), по его наблюдениям, приводят лишь к единичному или групповому усыханию ели. Эрозионные факторы проявляются на крутых горных склонах на абсолютной высоте 700-1200 м, где деревья ели даже в период дождей постоянно страдают от недостатка влаги в корнеобитаемом слое почвы; в результате этого они подвергаются нападению насекомых (прежде всего *Ips typographyus*); возникают куртинно-изолированные, а также куртинно-сливающиеся короедники, а иногда образуется концентрированный очаг усыхания, появлению которого могут способствовать частые ливневые дожди, вымывающие мелкозем из почвенного профиля; это может сопровождаться разрушением местообитания и образованием оползней и каменистых осыпей. Нивальные факторы усыхания проявляются на ограниченной площади только высоко в горах (1400-1600 м), эдафические связаны прежде всего с заболачиванием почв в условиях плато, ведущим к физиологическому ослаблению ели. Здесь очаги усыхания не имеют четкой конфигурации, и лишь время от времени наблюдается концентрация сухостоя в одном месте. Поскольку заболачивание территории выражено неравномерно в пространстве и во времени, очаги усыхания могут находиться в потенциальной, активной и загнивающей стадиях. Вторичные факторы связаны с пожарами и рубками. Во всех случаях Куренцов рассматривает

насекомых как главное звено, ведущее к усыханию древостоев, а все другие факторы как необходимое условие их физиологического ослабления.

Была высказана еще одна точка зрения по поводу усыхания ели лесоводом Емашевым (Богатырев, 1956), принимавшим за основную причину этого явления обрыв корней под влиянием сильных ветров; прежде всего от этого, по его мнению, страдают перестойные древостои.

На усыхание пихтово-еловых лесов в Южном Приморье обращал внимание В.Н. Смагин (1965). По его данным, этот процесс характерен для зеленомошной и зеленомошно-папоротниковой серий типов леса. Не занимаясь специально проблемой усыхания темнохвойных лесов, он считал, что древостои сохнут после ряда засушливых лет, приводящих к резкому изменению водного режима почвы. Массовое усыхание ели происходит в возрасте 90-120 лет и не может быть, по его мнению, объяснено перестойностью этой породы. В одном из типов леса усыхание ели совпало с периодом наиболее энергичного прироста (в 70-80 лет), когда увеличивается расход влаги на транспирацию; в засушливые годы для таких древостоев создаются условия острого дефицита влаги, что приводит к их ослаблению, а затем и гибели.

Очаги усыхания ели и пихты в Южном Приморье появлялись и позже. В частности, в Уссурийском заповеднике они стали объектом изучения Е.П. Калиниченко (Калиниченко, 1972; Калиниченко, Москаев, 1975), который пришел к выводу, что усыхание ели связано с обрывом корней в результате морозного пучения почв, что приводит к нарушению водного баланса и функциональному расстройству обмена веществ у поврежденных деревьев. Г.Э. Куренцова (1973), посетив эти участки, посчитала, что усыхание ели обусловлено ее возрастом, и отметила успешное восстановление естественным путем темнохвойных пород в очагах усыхания

В 1950-х годах массовое усыхание пихтово-еловых лесов охватило Приамурье (Любарский, Соловьев, 1962; Манько, 1965; Цуранов, 1965) и было отмечено на побережье Татарского пролива (Цуранов, Арефьев, 1965; Дуплищев, 1969). Отдельные очаги усыхания темнохвойных лесов имелись в Амгунь-Буреинском междуречье; так,

А.Я. Орлов (1955) в бассейне р. Амгунь в 1950 г. наблюдал усохшие участки пихтово-еловых лесов, в которых на части деревьев еще находилась сухая хвоя, «дождем» опадающая при постукивании по стволу; возраст господствующего поколения ели составлял 200-250 лет. Орлов пришел к выводу, что усыхание пихтово-еловых лесов в этом районе не связано с оподзоливанием и заболачиванием почв. Подметив, что леса вначале гибнут небольшими участками, на которых усыхают все деревья независимо от их размеров и возраста, кроме подроста, он предположил, что участки пихтово-еловых лесов, отличающиеся в силу каких-то внутренних причин пониженной устойчивостью, усыхают вследствие резкого недостатка влаги в сухие годы.

По мнению Г.А. Трегубова (1960), причиной усыхания пихтово-еловых лесов в Комсомольском районе Хабаровского края служат периодические сильные засухи в начале вегетационного периода; устойчивость древостоев к их воздействию зависит от степени гумусированности и оподзоленности почв: чем они более оподзолены и менее гумусированы, чем выше их каменистость, тем менее устойчивы древостои.

В процессе работ экспедиции Дальневосточного филиала АН СССР в бассейнах рек Анюй и Хор (1957 г.) было обращено внимание на наличие значительных площадей пихтово-еловых лесов, в которых верхний полог древостоя распался в результате усыхания (Манько, 1967). Г.Э. Куренцова (1965) также отмечала массовое усыхание пихтово-еловых лесов в верхней части бассейна р. Хор, сопровождающееся хорошим естественным возобновлением основных лесообразователей.

Несколько позже обследование очагов и изучение процессов усыхания было проведено комплексными экспедициями ДальНИИЛХ в правобережной части Нижнего Амура и на побережье Татарского пролива, а лабораторией лесоведения Дальневосточного филиала АН СССР – в левобережной части Нижнего Амура. Кроме того, в это же время в бассейне Амура работала 5-я Московская лесоустроительная экспедиция ВО «ЛЕСПРОЕКТ», специально занимавшаяся проблемами усыхания лесов. Дальневосточное лесоустроительное предприятие (г. Хабаровск) на основе обобщения лесоустроительных материалов составило в 1963 г. схематическую карту размещения усыхающих пихтово-еловых лесов в хабаровской части Приамурья.

Основные итоги работ в левобережном Приамурье (хребет Мяо-Чан, бассейны оз. Удыль, рек Писуй и Лимури) опубликованы Ю.И. Манько (1962, 1965). В конспективном виде они сводятся к следующему. Усохшие участки пихтово-еловых лесов встречаются по всему левобережному Приамурью на различных элементах рельефа. Они располагаются как на крутых, так и на пологих склонах разной экспозиции, а также в речных долинах. Площади усыхающих лесов неодинаковы – от небольших пятен в несколько десятков квадратных метров до значительных массивов в десятки и даже сотни гектаров. Усохшие древостои чередуются со слабоповрежденными или не затронутыми усыханием участками леса.

Усыхание пихтово-еловых лесов в одних случаях связано с возрастной динамикой поколений основных лесобразующих пород, в других – с воздействием засух, приводящих к нарушению водного баланса на обширных территориях. В первом случае усыханием затронут преимущественно верхний ярус древостоев и отмирают календарно и онтогенетически старые особи. Во втором усыхание охватывает не только старые древостои, но и относительно молодые, не достигшие возраста спелости; в старых древостоях под воздействием засухи гибнут и молодые особи, во многих случаях составляющие 50 % и более от количества сухих экземпляров.

На основании изучения прироста живых деревьев и подроста в очагах усыхания был сделан вывод о связи гибели пихтово-еловых древостоев с засухой 1954-1955 гг., проявление которой отчетливо подтверждают климатодиаграммы по ряду станций Приамурья, а также климатологи (Витвицкий, 1969). Наиболее сильно от засух пострадали темнохвойные леса в узких горных долинах. Но и здесь пятна усохших древостоев чередуются с живыми или слабо затронутыми усыханием. Причины усыхания одних и сохранности других участков леса кроются в особенностях геоморфологического строения долины и прилегающих горных склонов, определяющих гидрологический режим отдельных участков долины.

На горных склонах усыхание лесов происходит менее интенсивно, чем в долинах. Наряду со старыми деревьями, гибнущими в первую очередь, отмирают и молодые, входящие в верхний полог и имеющие хорошо развитую крону; часть усохших молодых деревьев от-

носится к отставшим в росте; они гибнут в результате резкой смены условий среды после быстрого распада верхнего полога.

От воздействия засух наиболее сильно страдает ель. Другие породы, участвующие в древостоях (пихта, березы шерстистая и Эрмана, кедр корейский, иногда лиственница), усыханию подвержены в меньшей степени, в результате чего увеличивается их роль в распадающихся древостоях. Пихта белокорая, в основном находясь в нижних пологах древостоя, имеет незначительные размеры (в том числе и кроны), что позволяет ей переносить засушливые условия с меньшими потерями, хотя она, как и ель, имеет поверхностную корневую систему; другие древесные породы обладают более глубокой корневой системой и в большей степени защищены от неблагоприятного влияния резких колебаний влажности поверхностных почвенных горизонтов.

При сильных засухах усыхание древостоев происходит внезапно, о чем свидетельствуют наблюдения за приростом усохших деревьев. Так, на участке со сплошным пересечением деревьев по возрасту около 50% деревьев ели (а в возрасте 80-120 лет – около 65%) отмерло, не снизив прироста по диаметру перед гибелью.

Оставшиеся живыми деревья ели и пихты, а также подрост в большинстве своем увеличивают прирост в высоту и по диаметру; только у некоторых экземпляров после усыхания верхнего полога древостоя прирост сокращался в первые 2-3 года, а затем резко увеличивался.

Усыхание древостоя сопровождается коренными изменениями в кустарничково-травяном и моховом ярусах, а также частично и в подлеске; на смену тенелюбам приходят светолюбивые виды. В долинах разрастаются вейник Лангсдорфа, осоки, реже мезофильное разнотравье, на повышенных участках – папоротники; на горных склонах в зеленомошных пихтово-еловых лесах значительна роль малины сахалинской и линнеи северной. В подлеске появляется бузина, чаще размещающаяся группами. В результате нарушения баланса прихода и расхода влаги вследствие резкого снижения расходов на транспирацию даже на горных склонах начинают произрастать влаголюбивые виды.

Состояние, состав и размещение нижних ярусов зависят от степени усыхания древостоя и размещения живых стволов и крупного подроста. На сильно инсолируемых участках под пологом усохших

групп древесных мхи отмирают и разрастаются вейник, осоки, малина и реже другие виды; в сохранившихся сомкнутых куртинах изменений в напочвенном покрове почти не происходит; в изреженных группах аспекты создают плауны, линнея и другие виды.

Естественное лесовозобновление в усохших древесных в большинстве случаев проходит удовлетворительно за счет подроста ели и пихты, а иногда и кедра, сформировавшегося под пологом леса. Подрост отличается хорошим ростом и высокой жизненностью. Последующее возобновление в большинстве случаев осуществляется неудовлетворительно, несмотря на наличие источников семян в очагах усыхания и прилегающих участках. Серьезным препятствием для него выступает задернение поверхности почв, создаваемое вейником и осоками. В ряде случаев в долинах на небольших участках происходит смена темнохвойных лесов вейниковыми лугами.

Хорошее естественное возобновление основных лесобразователей в очагах усыхания, усиление прироста выживших экземпляров, а также подроста позволили сделать вывод о том, что массовое усыхание пихтово-еловых лесов не обусловлено постоянным изменением условий местообитания в неблагоприятную сторону для темнохвойных пород и может рассматриваться как одно из противоречий в жизни пихтово-еловых лесов, не ведущее к их вымиранию. Наличие относительно молодых древесных остатков, свидетельствует о том, что усыхание пихтово-еловых лесов на этой территории происходило неоднократно и не привело к потере преобладающей роли этой лесной формации.

В правобережном Приамурье сотрудниками ДальНИИЛХ помимо маршрутных работ и аэровизуальных лесопатологических исследований были выбраны 2 полигона, на которых проводились периодические наземные (в 1963 и 1971 гг.) и аэровизуальные (в 1964 и 1971 гг.) наблюдения (Цуранов, Арефьев, 1965; Цуранов, 1975). Было заложено 9 постоянных пробных площадей; кроме того, на 5 пробных площадях была изучена возрастная структура усыхающих древесных. На полигонах было осуществлено обследование почв (Говоренков, 1966) и проведены лесопатологические исследования (Чельшева, 1965; Юрченко, 1965). По сути дела, это был первый опыт

мониторинга усыхания пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке, который осуществлялся в течение 15 лет.

В.П. Цуранов (1965, 1973) на основе аэровизуального обследования темнохвойных лесов правобережного Приамурья установил, что от 44 до 75% площади пихтово-еловых лесов затронуто усыханием. Он выделил три типа усыхания: диффузно-рассеянное, куртинно-групповое и сплошное, которые отражают последовательность происходящих динамических процессов деградации древостоев и могут рассматриваться как их закономерные стадии. Однако усыхание, по его мнению, не всегда последовательно проходит эти стадии; оно может «остановиться» и на первой, и на второй стадии – все зависит от состояния древостоя и степени воздействия катастрофических факторов. При диффузном усыхании из основного полога выпадают единичные перестойные деревья ели, постепенно снижавшие прирост последние 20-30 лет. Для группового усыхания характерен равномерный отпад деревьев в возрастных группах от 90 до 230 лет; в основном пологе в первую очередь усыхают более молодые деревья. Сплошное усыхание отличается тотальным отпадом деревьев ели старше 200 лет в основном пологе и близких им по возрасту особей в подчиненных пологах.

В усыхающих древостоях не обнаружено массовых вредителей хвой ели и пихты (первичных вредителей), но установлена высокая численность стволовых. Исследование почв показало, что их химические свойства под усыхающими и живыми древостоями существенно не отличаются, из чего автор заключает, что данный фактор не имеет определяющего влияния на процесс усыхания, хотя и придает ему специфику в зависимости от механического состава почв.

Цуранов проследил динамику усыхания пихтово-еловых лесов в конкретных бассейнах и показал на фактическом материале, что стадии (типы) усыхания не всегда последовательно сменяют друг друга. Им установлена связь последнего значительного усыхания пихтово-еловых лесов в районе исследований с сильной засухой 1954-1955 гг. В то же время он отметил, что засуха 1962 г. не сопровождалась массовым усыханием лесов. Это позволило ему рассматривать засуху только как «толчок» к усыханию древостоев, а не как обязательную причину этого явления. Основной причиной, по его мнению, выступает

высокий возраст деревьев, образующих древостой, и воздействие комплекса факторов (грибы, насекомые, засухи), вызывающих ослабление деревьев и их усыхание.

Естественное лесовозобновление в очагах усыхания зависит от типа усыхания, но в целом проходит успешно. В зеленомошных лесах оно осуществляется с преобладанием основных лесообразователей, а в неморальных пихтово-еловых лесах может идти со сменой пород (на березу, на липу). Главную роль в естественном возобновлении лесов играет подрост, возникший под пологом древостоев. Последующему лесовозобновлению препятствует задернение почвы в результате разрастания светолюбивых видов, среди которых выделяется вейник Лангсдорфа.

Б.Ф. Говоренковым (1966) было проведено обследование почв под усыхающими темнохвойными лесами на полигонах в правобережном Приамурье, а также в бассейне р. Бурей. Он не обнаружил никаких следов прогрессирующего оподзоливания и заболачивания, о чем в свое время писал Золотарев, а по поводу причин усыхания присоединился к мнению Богатырева (1956). Даже в условиях временного переувлажнения местообитаний усыханию древостоев способствует, по его мнению, не переувлажнение почв, а резкое изменение их водного режима в засушливый период в связи с падением уровня грунтовых вод и истощением внутрпочвенного стока. Он высказал предположение, что на состояние пихтово-еловых лесов также может влиять токсичность почв, возникающая вследствие длительного произрастания темнохвойных пород на одних и тех же местообитаниях.

Л.П. Чельшевой (1965) были изучены дереворазрушающие грибы в усыхающих лесах Северного Сихотэ-Алиня. Она указала более 20 видов грибов, связанных с елью и пихтой, и обратила внимание на сильное поражение деревьев гнилями, вызываемыми корневой губкой *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. и трутовиком Швейница *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. В снижении технических качеств древесины ели и пихты играют большую роль окаймленный трутовик *Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst. еловая *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. var. *abietis* (Karst.) Pil. и темно-фиолетовая кожистая *Hirschioporus fusco-violaceus* (Fr.) Donk губки. По ее данным, интенсивное разрушение древесины начинается на третий год после усыхания дерева.

Проведенные работы по обследованию очагов усыхания пихтово-еловых лесов в правобережном и левобережном Приамурье позволяют отметить, что усыхание проявлялось на обширной территории от бассейна р. Бурей до устья Амура. Полученные материалы дают основание сделать вывод, что в целом картина и динамика усыхания лесов на этих территориях идентичны. Процесс развивался под влиянием одних и тех же причин и имел специфику в зависимости от конкретных местообитаний и типов леса. Полученные материалы показали масштабность феномена усыхания пихтово-еловых лесов, позволили выявить основные факторы, причастные к данному явлению, и оценить их роль. В оценке этих факторов, может быть, и нет единогласия, но независимо полученные результаты весьма близки по своей сути, что, несомненно, свидетельствует об их объективности и репрезентативности.

Масштабы усыхания пихтово-еловых лесов в некоторых лесхозах Хабаровского края наглядно показаны на «Схематической карте» (1963), где эти леса были подразделены на группы по степени усыхания: 11-25, 26-50, 51-75, 76% и более. Карта свидетельствует, что усохшие пихтово-еловые леса имеются во всех лесхозах; наибольшие площади с высокой интенсивностью усыхания находились в Хорском лесхозе и на территории Селихинского леспромхоза. Большие участки с долей сухостоя свыше 75% имелись в междуречье Коппи и Малая Хадя, в бассейне р. Хунгари и на побережье Татарского пролива.

Усыхание пихтово-еловых лесов в Центральном Сихотэ-Алине началось предположительно с конца 1950-х годов (Кошкарев и др., 1982) и постепенно приобрело широкие масштабы. В 1977 г. под руководством Б.С. Петропавловского сотрудниками Тихоокеанского института географии ДВНЦ АН СССР при участии почвоведов Дальневосточного государственного университета в верховьях р. Большая Уссурка был заложен лесоводственно-геоботанический профиль с целью разработки методов локального мониторинга растительного покрова на примере усыхающих пихтово-еловых лесов. Программа работ включала комплексное изучение усыхающих лесов (лесоводственно-таксационная характеристика, лесовозобновление, почвы, факторы усыхания) и разработку методики картографирования состояния лесов с использованием аэрофотоматериалов (Кошкарев и др., 1982; Кошкарев, 1982; Чавтур, Петропавловский, 1984; Усольцева и др., 1987).

На основе дешифрирования многозонального аэрофотоснимка на ключевой участок была составлена карта состояния древостоя и сделан вывод, что усыхание лесов началось здесь ранее 1966 г. Однако 98% усохшей площади приходится на период 1972-1977 гг., а резкое нарастание площади с погибшим древостоем произошло в 1972-1973 гг. (Кошкарев, 1982), после начала нового засушливого периода, наступившего в 1971-1972 гг. (Кошкарев и др., 1983).

Изменения в составе и структуре темнохвойных фитоценозов изучались на 5 пробных площадях, характеризующих основные типы состояний пихтово-еловых лесов в типичных их группировках; на 2 пробных площадях доля усохших стволов по запасу составляла 76-79%, а по числу стволов – 50-56%; средний возраст усохшей ели колебался в пределах 90-100 лет.

Установлено, что естественное лесовозобновление зависит от степени усыхания древостоя; осуществляется оно с преобладанием темнохвойных пород (Кошкарев и др., 1982). По мнению Л.А. Майоровой (1989, 1994), проявляется тесная связь между численностью подроста и степенью усыхания древостоя: чем интенсивнее распад, тем больше подрост; но количество подроста зависит также от экспозиции склона (на южных склонах подроста больше) и рН почвы (подроста ели больше при рН 5,9-6,0, а пихты – при рН 5,7-5,8).

Состояние кустарничково-травяного и мохового ярусов под пологом усыхающих древостоев определяется степенью их распада; под пологом сильно усохших древостоев снижается проективное покрытие мхами, а в ряде случаев они исчезают; разрастаются светлюбивые виды, задерживающие поверхность почвы. Развитие дернового процесса снижает интенсивность оподзоливания почв, но в то же время, по мнению авторов (Кошкарев и др., 1982), отрицательно сказывается на состоянии древостоя. Интенсивное поглощение видами разросшегося кустарничково-травяного яруса из корнеобитаемого слоя почвы калия и фосфора, находящихся в ограниченном количестве, в конечном счете, по мнению авторов, обуславливает усыхание леса.

Исследования почв, проведенные Н.Ф. Пшеничниковой (1989а, б), показали, что на первых стадиях усыхания древостоев не происходит заметных трансформаций в морфологическом строении профиля и физико-химических свойствах почв; актуальная и обменная кислотность,

содержание обменного алюминия в почвенном поглощающем комплексе, величина гидролитической кислотности, содержание гумуса и аморфных форм полуторных окислов остаются без существенных изменений. Различия в химических свойствах верхних горизонтов почв проявляются под распадающимися древостоями, давность усыхания которых составляет 10 и более лет.

По-видимому, в районе стационара, на котором проводился мониторинг пихтово-еловых лесов, было представлено только мелкоочаговое усыхание древостоев, что позволило Л.А. Майоровой (1994) считать, что именно мелкоочаговый характер его является основной особенностью деградации пихтово-еловых лесов в Приморском крае; этому процессу присущи высокая скорость и волнообразный характер.

Групповой и куртинный характер возникновения очагов усыхания Б.С. Петропавловский (1987) связывает с мозаичностью условий произрастания, обусловленной неравномерным поступлением тепла; в частности, по его наблюдениям, очаги усыхания характерны для нижних и средних частей склонов, преимущественно хорошо освещенных. Возраст древостоя, по его мнению, не оказывает существенного влияния на процесс усыхания, хотя по материалам этого коллектива (Майорова и др., 1982), относительно молодой тонкомерный древостой (пробная площадь 1) усыханием практически не был затронут.

По представлениям А.В. Кошкарёва и Б.С. Петропавловского (1980), основная причина усыхания пихтово-еловых лесов в верхней части бассейна р. Большая Уссурка заключается в постепенном уменьшении водности территории, что наглядно видно на примере водного режима ручьев и рек. Наиболее интенсивно, по их мнению, усыхает лес там, где наблюдается острый дефицит почвенной влаги и складывается неблагоприятный микроклимат почвы.

Попытка этого коллектива выявить ведущие факторы усыхания пихтово-еловых лесов при использовании однофакторного информационно-логического анализа привела к следующим результатам: наиболее высокая связь усыхания обнаружена с типами леса, меньшая – с высотой над уровнем моря, крутизной склона, возрастом древостоя и типом почвы (Максимова и др., 1986; Майорова, 1994). В целом же, как мы видим, единой точки зрения по поводу причин усыхания пихтово-еловых лесов в этом коллективе нет.

В 1970-1980 гг. стали появляться сведения об очагах усыхания в пихтово-еловых лесах на севере Приморского края, в частности на обширном базальтовом плато в верховьях рек Кабанья, Большая Пея, Бикин. С 1988 г. лаборатория лесоведения Биолого-почвенного института ДВО РАН развернула исследования в усыхающих темнохвойных лесах верхней части бассейна р. Большая Уссурка и в междуречье Светлая–Большая Пея. С 1989 г. начата организация мониторинга усыхания пихтово-еловых лесов в бассейнах рек Светлая, Большая Пея, Кабанья и Единка. С 1993 г. к работам подключился специалист из Японского технологического центра дистанционных исследований (г. Токио) Норихиза Камибаяси, который осуществил дешифрирование космических снимков, сделанных с LANDSAT/MSS в 1983, 1986, 1989 и 1991 гг. (Kamibayashi et al., 1994; Камибаяси, 1996).

Усыхание пихтово-еловых лесов в бассейнах рек Светлая и Большая Пея началось в 1970-х годах. По космическим материалам, к 1983 г. в бассейне р. Большая Пея площадь усохших лесов составляла около 120 км<sup>2</sup>, а к 1991 г. она достигла 220 км<sup>2</sup>, захватив почти все массивы пихтово-еловых лесов (Камибаяси, 1996). В бассейне р. Единка деградация лесов началась позже – в 1980 г., но остановилась на этапе куртинно-очагового усыхания, хотя во многих случаях происходило слияние мелких очагов.

Климатические условия в районах усыхания контрастны и отличаются неравномерным распределением осадков по годам. Так, за 1970-1994 гг. величина осадков на ст. Сосуново колебалась от 385,5 (1978 г.) до 1163 мм (1984 г.). Дефицит влажности воздуха в отдельные годы (1972, 1978, 1985) превышал среднегодовую величину для мая и июня в 1,7-2 раза.

Изучение снеговых вод из района усыхания (пробы снега отбирались на протяжении 3 лет) показало, что их кислотность (рН – 4,48-5,45) не выходит за нижние пределы закисления осадков и почти не отличается от показателей из других пунктов Приморья. Уровень кислотности снеговых вод и содержание в них микроэлементов и другие показатели не позволяют связать усыхание пихтово-еловых лесов с загрязнением среды (Гладкова и др., 1993).

Почвы, формирующиеся под пихтово-еловыми лесами на элювии базальтов и андезитов-базальтов, относятся к кислым грубогумусовым

буроземам, нередко оподзоленным. Для них характерны: крайне кислая или сильнокислая реакция, наличие мощной подстилки, насыщенность поглощающего комплекса ионами алюминия и водорода, невысокое содержание в нем кальция и магния, высокая гумусированность, фульватный состав гумуса, обилие аморфных соединений, недостаточное количество подвижного фосфора. Анализ почв не выявил показателей, которые могли бы служить очевидной причиной усыхания лесов (Манько и др., 1992; Гладкова, 1997).

Исходя из данных химического состава хвои (Гладкова, 1997, 1999), ель аянская в усыхающих древостоях испытывает умеренный недостаток азота и острый недостаток фосфора. Содержание калия не опускается ниже величин, считающихся оптимальными для роста ели (Heiberg et al., 1962; по: Stone, Leaf, 1967). Среднее накопление магния указывает на то, что хотя и не наблюдается острого дефицита, но все же имеется нехватка этого элемента. Для микроэлементов в хвое ели отмечена повышенная аккумуляция цинка и марганца, а пониженная – железа и меди.

Динамика усыхания деревьев за время мониторинга зависела от состояния древостоев и имела региональную специфику (Манько и др., 1998). В максимальной степени (92-97% по запасу) усохли участки леса, оказавшиеся по границе со сплошными вырубками. Слияние очагов усыхания произошло в 1989 г., в результате чего на обширном плато в истоках рек Большая Пея и Кабанья господствуют усохшие пихтово-еловые леса. В бассейне р. Единка старые очаги усыхания находились в относительно стабильном состоянии; в них происходил распад усохших древостоев и интенсивный рост живых тонкомерных деревьев.

Преобладающее поколение в усыхающих древостоях имеет высокий возраст, вследствие чего ель и пихта поражены стволовыми гнилями. В очагах усыхания отмечено повреждение ассимиляционного аппарата деревьев и подроста паразитными грибами. Но в целом грибные инфекции не играют главенствующей роли в массовом усыхании пихтово-еловых лесов, а выступают в качестве сопутствующего фактора (Манько, Азбукина, 1992).

В очагах усыхания не отмечено массового размножения хвоегрызущих насекомых. По нашим наблюдениям, все усохшие стволы

отработаны стволовыми вредителями, быстро снижающими технические качества древесины. Под влиянием стволовых вредителей, возможно, происходит расширение очагов усыхания.

Полученные к настоящему времени материалы, характеризующие массовое усыхание пихтово-еловых лесов, свидетельствуют о том, что этот процесс не обусловлен устойчивым неблагоприятным изменением экологических условий для ели и пихты. В очагах усыхания происходит удовлетворительное естественное возобновление этих пород и отмечен быстрый рост сохранившихся тонкомерных деревьев. В целом деградация и усыхание пихтово-еловых лесов происходит под воздействием комплекса биотических, абиотических и антропогенных факторов, роль которых неоднозначна в деградации и усыхании лесов. Все факторы по их значению в процессе деградации лесов предложено разделять на предрасполагающие, вызывающие и сопутствующие (Манько, Гладкова, 1995).

К предрасполагающим относится прежде всего комплекс биотических факторов, определяющий потенциальную устойчивость биологической системы и ее реакцию на стрессовые факторы, которая зависит от ее состояния. Главной особенностью и самым слабым звеном в экологии ели аянской – основного лесообразователя темнохвойных лесов – является высокая требовательность к влажности воздуха и почв и крайне низкая устойчивость к засушливым условиям. Это предопределено генетически, хотя характерно и для многих других видов ели. Особенно неустойчивы к резким колебаниям водоснабжения календарно и онтогенетически старые древостои. Наиболее сильно повреждаются при засухах одновозрастные и условно-одновозрастные древостои (Манько, 1965; Любарский, Соловьев, 1965; Цуранов, 1975); насаждения, возрастная структура которых приближается к абсолютной разновозрастности, усыхают менее интенсивно. В Южном Приморье (Розенберг, 1961) и в Приамурье (Манько, 1965) более интенсивно усыхают высокопродуктивные древостои. Это свидетельствует о том, что не бедность местообитаний питательными элементами является причиной гибели древостоев, а нарушение водообмена, не обеспечивающего снабжения крупных хорошо развитых деревьев питательными веществами.

Нестабильность погодно-климатических условий в переходной зоне от суши к океану, прежде всего постоянное чередование

избыточно влажных лет с более сухими и даже засушливыми, также входит в число предрасполагающих факторов. Произрастание пихтово-еловых лесов на плато, что характерно для южной половины Дальнего Востока, создает предпосылки для резкой смены почвенного увлажнения (переувлажнение–иссушение) и возникновения стрессовых ситуаций для главных лесообразователей. На горных склонах к этому могут приводить сильная каменистость и маломощность почв, внутрипочвенный перенос мелкозема.

Важнейшим вызывающим фактором усыхания пихтово-еловых лесов в регионе мы считаем периодические весенне-летние засухи, создающие стрессовую ситуацию, особенно для высоковозрастных древостоев. В то же время интенсивное проявление деградации и усыхания темнохвойных лесов, которое в последние десятилетия отмечено во всей бореальной зоне (Европа, Северная Америка, российский Дальний Восток), свидетельствует о глобальной нестабильности климатической обстановки.

К числу сопутствующих усыханию факторов следует отнести насекомых и грибные инфекции, которые играют очень большую роль в динамике очагов усыхания; особенно это характерно для насекомых, в результате деятельности которых формируется и «угасает» очаг усыхания.

В 1990-1992 гг. Московское специализированное лесоустроительное предприятие произвело лесопатологическое обследование части лесов Охотничьего лесничества Верхне-Перевальненского лесхоза (бассейн р. Зева), Светловодского (бассейн р. Большая Пея) и Самаргинского (бассейн р. Единка) лесничеств и выявило на обследованной территории очаги усыхания пихтово-еловых лесов различной давности. В наибольшей степени оказались затронутыми усыханием высоковозрастные еловые и пихтово-еловые древостои. За основную причину усыхания было принято воздействие комплекса почвенно-климатических факторов на фоне высокого возраста основной части древостоев. Обследование не установило зависимости усыхания от местоположения древостоев. На всей обследованной территории не выявлено очагов массового размножения хвоегрызущих насекомых, но отмечено интенсивное поражение сухих деревьев стволовыми вредителями, которые не являются первопричиной ослабления и

усыхания древостоев, хотя и вызывают быструю потерю сухой древесины технических свойств. Основным техническим вредителем древесины является черный пихтовый (большой) усач (*Monochamus urusovi* Fisch.). В процессе обследования определен также видовой состав дереворазрушающих грибов, связанных с основными лесообразующими породами; наиболее распространенные виды грибов в усохших массивах характерны для темнохвойных лесов почти всей лесной территории Дальнего Востока (Любарский, Васильева, 1975). По материалам обследования состояние естественного возобновления главных пород в очагах усыхания оценено как успешное.

Используя материалы специализированного лесостроительного предприятия, И.Е. Рыбаков (сотрудник ВНИИЦлесресурс) пытался развернуть мониторинг усыхания пихтово-еловых лесов, используя для этого ранее заложенные пробные площади в бассейнах рек Единка, Большая Пея и Зева. По его наблюдениям (Рыбаков, 1993), отмирание ели имеет два вида. Первый характерен для «вспышек» массового усыхания, второй – для естественного отпада. В первом случае вся крона дерева или ее верхняя часть изменяет цвет (краснеет); при этом поселение насекомых происходит в верхней части ствола; во втором – наблюдается гибель луба, а вредители поселяются в центральной части ствола; сухая хвоя при этом имеет матовый серовато-зеленый цвет. По его предположению, «вершинный» тип усыхания может быть связан с воздействием каких-то патогенов, повреждающих проводящие пути в древесине, по которым передвигаются вода и питательные вещества; он считал, что симптомы поражения деревьев напоминают признаки бактериальной водянки хвойных.

Массивы пихтово-еловых лесов с признаками усыхания имеются, по данным А.В. Алешина и соавторов (Бикин, 1997), в верхней части бассейна р. Бикин, в частности в истоках рек Зева, Светловодная и др., что подтверждает наши материалы беглых аэровизуальных обследований верхней части бассейна р. Бикин, проведенных в 1988 г. и позже (1990-1993 гг.).

Перечисленными материалами фактически исчерпываются оригинальные сведения о деградации пихтово-еловых лесов на российском Дальнем Востоке, полученные в процессе обследования очагов усыхания. Мнения по поводу причин этого феномена высказывали и

исследователи, не изучавшие его в природе. Так, А.Л. Щербин-Парфененко (1963) полагал, что усыхание пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке может быть следствием поражения древостоев бактериозом. Однако ни один автор, изучавший усыхание пихтово-еловых лесов в регионе, не обнаружил характерных признаков этого заболевания (осмоленность стволов, мокрая кисло пахнущая древесина и т. д.).

По предположению Т.Э. Фрея (устное сообщение), усыхание темнохвойных лесов на российском Дальнем Востоке, как и в Западной Европе (Фрей Т., Фрей Дж., 1986), происходит под влиянием загрязнений, которые поступают сюда воздушным путем из промышленно развитых стран Юго-Восточной Азии. Собранные нами материалы (Гладкова и др., 1993) не подтвердили предположение Фрея.

Е.К. Козин (1982) считает, что массовые распады пихтово-еловых древостоев, ведущие к их омоложению, связаны с периодами солнечной активности. Его взгляд на массовое усыхание бореальных хвойных лесов как на глобальный процесс их возрастного развития (Козин, 1999), по нашему мнению, не корректен, ибо возрастная динамика древостоев и массовое усыхание лесов – это разные процессы, хотя они и могут происходить одновременно.

В.М. Урусов (1991, 1996) рассматривал усыхание пихтово-еловых лесов в регионе как этап климатогенной смены таежной формации смешанными лесами в результате потепления климата. Он почему-то считал, что усыхание темнохвойных лесов происходит только в нижней части этого пояса растительности, тогда как на абсолютных высотах 900-1300 м создается, по его мнению, наиболее благоприятная обстановка для этих лесов, несмотря на молодость и маломощность почв. Вслед за констатацией факта усыхания последовала практическая рекомендация (Урусов, 1996, с. 259): «Усыхающие ельники лучше заменять плантациями кедра корейского и широколиственных пород с ценными «цветными» древесиными (яшень маньчжурский, диморфант, вишня сахалинская и т. п.)».

В.Д. Чернышев (1990, 1994, 1996) полагал, что усыхание пихтово-еловых лесов в регионе обусловлено физиологическим стрессом, развивающимся при ослаблении солнечной активности, которая определяет степень приближения теплого течения Куроисио к берегам Приморья. В свою очередь приближение этого течения к материку

сопровождается увеличением повторяемости суровых зим (с глубоким промерзанием почвы) и засушливостью весенне-летнего периода; это приводит к стрессовой ситуации вследствие корнелистовой физиологической несогласованности, что может вызвать гибель хвойных деревьев. Физиологический стресс возможен и при высокой солнечной активности, но он проявляется в меньшей степени и зависит от конкретных погодных условий зимне-весеннего периода (Чернышев, 1996).

А.Я. Орлов (1996) первопричиной усыхания ельников (в том числе и на Дальнем Востоке) считал нарушение водного баланса, при котором водный потенциал хвои достигает летальных значений; это может происходить не только в летнюю засуху, но и в морозную зиму.

А.П. Сапожников (1996) связывает цикличность усыхания пихтово-еловых лесов с поселением ели на гниющем валеже, что предполагает снижение устойчивости древостоев вследствие размещения корневых систем деревьев в двух контрастных по физическим свойствам средах – мелкоземисто-скелетной и перегнойно-детритной; в конечном счете, по его мнению, это приводит к повреждению корневых систем и ослаблению древостоев.

Некоторые исследователи неоднократно уточняли свою точку зрения на причины усыхания пихтово-еловых лесов, в результате чего в качестве ведущих назывались в разное время разные факторы. В первую очередь это относится к С.А. Золотареву, который существенно пересмотрел свою гипотезу прогрессирующего ухудшения почв в результате жизнедеятельности ели; это произошло, по-видимому, под влиянием критики его ортодоксальных взглядов, а также вследствие получения новых данных, не подтверждающих его гипотезу. По его мнению (Золотарев, 1962), основной причиной усыхания пихтово-еловых лесов является кратковременное, но очень резкое изменение питательного режима почвы, вызванное сокращением или повышением запасов в ней влаги; чаще всего недостаток в почве воды и физиологически доступных веществ (Са, Mg, K, P и др.) вызывает массовое усыхание пихтово-еловых лесов, которое не приводит к их гибели как лесной формации – на смену усохшего леса возникает такой же по составу и продуктивности.

Л.В. Любарский также несколько изменял точку зрения на причины усыхания лесов; в частности, в одной из публикаций он (Любарский, 1964), в отличие от предшествующих высказываний, назвал ведущей причиной усыхания ели достижение этой породой возраста старения, а в последней из совместных с К.П. Соловьевым обобщающих работ ведущей причиной усыхания пихтово-еловых лесов признана перестойность древостоев, воздействия на которые засушливых, а в некоторых случаях избыточно влажных периодов приводят к «...еще большему ослаблению и без того уже физиологически ослабленных перестойных деревьев ели и пихты, вследствие чего они становятся добычей насекомых-вредителей...» (Любарский, Соловьев, 1969, с.129); немаловажную роль в развитии усыхания, по их мнению, играют дереворазрушающие грибы. Интенсивное усыхание продолжается 3-5 лет, а в последующие 5-10 лет оно затухает. Усыхание лесов проходит неодинаково в пределах обширной территории, на которой оно проявляется, что связано с зонально-региональными особенностями темнохвойных лесов. В очагах усыхания естественное возобновление основных лесобразователей происходит в большинстве случаев успешно; в Приморском крае в составе подроста выше доля лиственных пород. Усыханию подвержены леса, произрастающие на разных элементах рельефа, но большая часть усохших древостоев расположена на склонах до 10 °С. Общая площадь усохших пихтово-еловых лесов в Хабаровском и Приморском краях, по их данным, составляла 5,5 млн га, а запас мертвой древесины превышал 360 млн м<sup>3</sup> (Любарский, Соловьев, 1969).

Завершая конспективный обзор состояния проблемы, подведем некоторые итоги. Массовое усыхание пихтово-еловых лесов происходило в регионе неоднократно и захватывало обширные площади. Очаги усыхания были отмечены в Приморье и Приамурье на различных высотных уровнях и на различных элементах рельефа. Они характерны для субформаций пихтово-еловых и елово-пихтовых лесов (Манько, 1987), но не отмечены на Курильских островах и на Сахалине. Массовое усыхание древостоев не зафиксировано в субформации еловых лесов на Камчатке, Сахалине и в северных районах Хабаровского края и Амурской области.

Накопленные к настоящему времени материалы, характеризующие этот феномен, позволяют в общем виде оценить масштабы, ста-

дии и формы этого процесса, основные факторы, обуславливающие его, степень трансформации фитоценозов и поведение отдельных компонентов их, особенности и темпы круговорота вещества и энергии в биогеоценозах, экологические и хозяйственные проблемы, связанные с массовым усыханием древостоев, а также попытаться выявить его региональные аспекты.

По поводу причин усыхания пихтово-еловых лесов высказано несколько точек зрения, но ни одна из них не получила общего признания. Большинство исследователей, начиная с Л.В. Любарского, А.И. Куренцова и экспедиций ДальНИИЛХ, связывают усыхание лесов с комплексом причин, пытаясь выделить среди них главные или ведущие, но предпринимались попытки свести это сложное явление к одной причине (заболачивание местообитаний, бактериальные заболевания древостоев, обрыв корней и т. д.). Во многих случаях речь шла об усыхании лесов, проявляющемся в различных масштабах; нередко локальные причины принимались за общие. Вряд ли может выступать в качестве главной причины усыхания лесов низкая обеспеченность почв подвижными формами фосфора и калия, поскольку это вообще характерно для почв пихтово-еловых лесов региона. Более того, по исследованиям Н.Ф. Пшеничниковой (1989а), почвы под живыми и начинающими усыхать древостоями близки по морфологическому строению и физико-химическим свойствам; основные параметры их на первых стадиях усыхания древостоя остаются без существенных изменений. Конкуренция травяного покрова за основные элементы питания (Кошкарев и др., 1982) также не может быть причиной усыхания древостоя, поскольку разрастание травянистых видов происходит после его усыхания и распада.

Точка зрения об иссушении почвы как одной из причин массового усыхания пихтово-еловых лесов (Богатырев, 1956; Смагин, 1965; Кошкарев, Петропавловский, 1980) вряд ли может быть безоговорочно принята, поскольку это должно бы сопровождаться гибелью подраста, что, например, происходило в европейской части России (Тимофеев, 1939). Отмирания его в очагах усыхания в заметном количестве никто из дальневосточных исследователей не наблюдал; напротив, все отмечали удовлетворительное состояние подраста ели и пихты в усохших древостоях.

Мнение В.М. Урусова (1991) о климатогенных причинах усыхания пихтово-еловых лесов и о смене их смешанными лесами не соответствует фактическим материалам о широтном и высотном размещении усыхающих лесов, а также не подтверждается составом и состоянием естественного лесовозобновления и нижних ярусов. Как показывают материалы, в результате усыхания и распада древостоев не происходит усиления роли представителей смешанных лесов в лесных фитоценозах; исключения составляют пихтово-еловые леса маньчжурско-южносихотэ-алинской фации, в которой темнохвойные и широколиственные породы находятся, по-видимому, в динамическом равновесии, а при усыхании ели временно существенно возрастает роль широколиственных пород.

Наличие обширных площадей пихтово-еловых лесов, где доля отмерших деревьев составляет 70-80% и более, а последствия усыхания воспринимаются как катастрофические, категорически не позволяет согласиться с мнением В.А. Розенберга и его соавторов (1993) о том, что усыхание имеет характер естественного биологического старения древостоев. Требуется существенного пересмотра их мнение и о том, что усыхание не порождает каких-либо экологических проблем — помимо огромных потерь древесины, что признают эти авторы, резко ухудшается пожарная и санитарная обстановка в лесу, изменяется гидрологический режим территории, нарушаются кислородопroduцирующие и углероддепонизирующие функции пихтово-еловых лесов и круговорот вещества и энергии в них.

Точка зрения Сапожникова (1996) об ослаблении ели в результате размещения ее корневой системы в двух средах (минеральной и органогенной) при всей ее оригинальности не объясняет причины усыхания древостоев, например, возникших на гарях, где во многих случаях деревья представлены первым послепожарным поколением, которое селилось на минерализованной поверхности почв. Корневая система этих деревьев, как правило, размещена в однородной среде, но послепожарные древостои усыхают интенсивнее по сравнению с разновозрастными ненарушенными лесами, где значительная часть ели сформировалась из подроста, выросшего на трухлявых валежинах. Поселение ели на валежной древесине происходит по всему ее ареалу, в том числе и на территориях, где

массового усыхания темнохвойных древостоев не отмечено (Сахалин, Камчатка).

Часть гипотез не подтверждена фактическими материалами; более того, некоторые авторы и не предпринимают попыток подкрепить свои гипотезы необходимыми данными или хотя бы сопоставить их с фактами, которые добыты другими исследователями, а на протяжении ряда лет тиражируют свои взгляды в различных изданиях. Все это свидетельствует о несомненной актуальности изучения феномена усыхания пихтово-еловых лесов.

Накопленные к настоящему времени сведения о массовом усыхании пихтово-еловых лесов на российском Дальнем Востоке позволяют сделать следующие выводы.

1. Массовое усыхание пихтово-еловых лесов на российском Дальнем Востоке в XX в. происходило неоднократно и охватывало обширные площади. К сожалению, специалисты обращали внимание на этот феномен лишь тогда, когда процесс деградации и усыхания лесов проявлялся в значительных масштабах. При этом терялась важная информация, которая, возможно, могла бы помочь в установлении причин начала этого процесса.

2. Усыхание пихтово-еловых лесов происходило на разных элементах рельефа (плато, горные склоны различной экспозиции и крутизны, надпойменные и переходные террасы в долинах рек), находящихся на различной абсолютной высоте. Эти факты не позволяют связать массовое усыхание пихтово-еловых лесов с каким-либо определенным типом лесорастительных условий.

3. Массовое усыхание темнохвойных древостоев наиболее характерно для субформации пихтово-еловых лесов. Оно неоднократно проявлялось в Приморье и Приамурье, в том числе и на территориях, где ель аянская преобладает в растительном покрове и образует наиболее производительные древостои (например, в бассейне оз. Кизи, Хабаровский край), т. е. там, где ель находится в условиях, близких к оптимальным (Манько, 1987), и занимает все подходящие для нее местообитания. Массовое усыхание не отмечено на территориях, где ель растет на пределе физиологических возможностей и где, казалось бы, воздействие дополнительных стрессов должно привести ее к отмиранию.

4. Отсутствие массового усыхания ели вблизи северо-западных и северных границ ее распространения, где она существует при неустойчивом режиме увлажнения и испытывает постоянные температурные стрессы, можно объяснить избирательным отношением этой породы к топологическим условиям. При нарастании континентальности климата, чему способствует и неустойчивый режим увлажнения, еловые группировки отодвигаются в верхний пояс гор на местообитания с поверхностно-проточным увлажнением и относительно стабильной влажностью воздуха. В устойчивости ели к неблагоприятным условиям увлажнения немаловажную роль играет интенсивное образование воска на эпидермисе хвои (Чернышев, 1996), а также поэтапное включение корневой системы в обеспечение растений влагой и питательными веществами по мере понижения уровня сезонной мерзлоты (Манько, Ворошилов, 1971).

На Камчатке, где в Центральной Камчатской депрессии отчетливо проявляется нестабильность увлажнения в первой половине вегетационного периода, а почвогрунты, образованные рыхлым вулканическим материалом, характеризуются крайне низкой водоудерживающей способностью, еловые леса занимают преимущественно северные склоны, на которых задерживается оттаивание сезонной мерзлоты в корнеобитаемом слое почвы (Манько, Ворошилов, 1978). Высвобождение влаги из мерзлоты, а также увлажнение горных склонов за счет конденсации влаги горными сооружениями (Ляхов, 1963) помогают ели пережить неблагоприятный период увлажнения, характерный для начала вегетации.

Для Сахалина также не характерно массовое усыхание темнохвойных лесов, что связано, по-видимому, с меньшей напряженностью климатических факторов. Засушливость весенне-летнего периода свойственна и Сахалину, но там почвы промерзают под темнохвойными лесами менее интенсивно и на меньшую глубину, а на юге этой территории в отдельные годы почва не замерзает (Клинцов, 1965). Видимо, поэтому не создается дисбаланса между надземной и подземной частями деревьев, обычно приводящего к ослаблению ели и усыханию.

5. В развитии массового усыхания пихтово-еловых лесов на российском Дальнем Востоке повинен комплекс причин различной природы, но ведущими следует считать нестабильность природных

условий в зоне перехода от суши к океану и особенности экологии и биологии основных лесообразователей, неустойчивых к резкому нарушению условий водоснабжения. Массовое усыхание темнохвойных лесов в большинстве случаев развивается в результате стрессовых ситуаций, вызываемых засухой, на фоне высокого возраста древостоев, в значительной степени пораженных гнилями и грибными болезнями, нередко в своеобразных почвенно-гидрологических условиях.

6. Массовое усыхание пихтово-еловых лесов имеет региональную специфику, зависящую от типологического состава, продуктивности и строения лесов, а также природных условий. Специфика этого процесса выражается также в несовпадении времени массового усыхания лесов в Приморье и Приамурье. Это свидетельствует прежде всего о региональных особенностях погодно-климатической ситуации на данных территориях, на что обращали внимание Л.В. Любарский и К.П. Соловьев (1965, 1969).

7. Общей чертой массового усыхания пихтово-еловых лесов, происходившего в разные годы и в различных районах, помимо отсутствия строгой приуроченности погибших древостоев к определенным элементам рельефа, является также интенсивная гибель ели и пихты в верхнем пологе древостоя. Как правило, в первую очередь отмирают крупные, чаще всего хорошо развитые деревья, не всегда имеющие высокий календарный и онтогенетический возраст; интенсивность усыхания деревьев в подчиненных пологах древостоя возрастает по мере расширения очага усыхания.

8. В отличие от деградации еловых лесов в Западной Европе на российском Дальнем Востоке чаще всего происходит внезапная гибель древостоев без начальных признаков ухудшения их состояния, выраженных обычно в степени охвоения кроны и особенностях роста («осветление» кроны за счет интенсивного отмирания старой хвои, заметное снижение прироста по диаметру и высоте перед усыханием). В нашем регионе обычно отсутствуют симптомы существенного ослабления и повреждения деревьев подчиненного полога и подроста, что могло бы свидетельствовать о воздействии кислотных дождей или газообразных загрязнителей или же о неблагоприятных изменениях в эдафотопе. Для очагов усыхания характерно последовательное

прохождение стадий усыхания, исключаящее улучшение состояния начавших распадаться древостоев.

9. По степени гибели деревьев установлены такие типы усыхания древостоев (Куренцов, 1950; Цуранов, 1965): 1) диффузно-рассеянное (единичные сухие деревья и группы из 3-5 стволов), 2) куртинно-групповое (группы до 10-20 сухих деревьев и небольшие участки сплошного сухостоя), 3) сплошное (площадь усохших древостоев сотни и тысячи гектар). Эти типы нередко отражают последовательные стадии, которые проходят очаги усыхания, хотя имеется много примеров, когда усыхание останавливается на ранних стадиях и не заканчивается слиянием погибших групп и куртин в обширный усохший массив.

10. Возрастная структура усыхающих пихтово-еловых лесов характеризуется разновозрастностью. Преобладают два типа разновозрастных древостоев: абсолютно разновозрастные, формирующиеся чаще на местообитаниях с ослабленным дренажом, и относительно разновозрастные, в которых преобладающее поколение отличается небольшой амплитудой возраста, но в них представлены и более молодые поколения, нередко преобладающие по числу стволов в нижних пологах. Относительно разновозрастные древостои возникли после пожаров (о чем свидетельствует наличие древесных углей под подстилкой) и образованы первым послепожарным поколением темнохвойных пород. Массивы темнохвойных лесов, состоящие из абсолютно разновозрастных древостоев (или близких к ним по структуре), менее страдают от усыхания, чем одновозрастные или относительно разновозрастные, которые в отдельных случаях подвержены сплошному усыханию.

11. Деградация древостоев как временной процесс характеризуется несколькими стадиями (возникновение очага, массовое усыхание деревьев, угасание очага) и нередко носит пульсирующий характер, зависящий от состояния древостоев, погодной обстановки, насекомых и грибных болезней. Для относительно разновозрастных древостоев иногда характерно «залповое» усыхание, происходящее в короткий отрезок времени и охватывающее обширную территорию. Подобное, например, произошло в бассейнах рек Большая Пея и Кабанья в 1980-1990 гг.

Начальные этапы массового усыхания пихтово-еловых лесов и распад старых поколений при возрастной динамике древостоев во многих случаях отличаются лишь по состоянию естественного лесовозобновления темнохвойных пород. При возрастной динамике, проявляющейся мозаично-циклически, что обусловлено горизонтальной и возрастной (Будзан, 1980) структурой древостоев, как правило, подроста ели и пихты достаточно для смены отмирающих поколений. При массовом усыхании древостоев, особенно не достигших возраста естественной спелости, имеют место случаи, когда подрост темнохвойных пород малочислен.

12. Естественное возобновление темнохвойных пород в очагах усыхания в большинстве случаев проходит удовлетворительно с преобладанием ели и пихты, сформировавшихся под пологом древостоя. Молодое поколение этих пород характеризуется интенсивным ростом после усыхания основного полога древостоя. Последующее лесовозобновление на первых этапах после гибели древостоя не играет существенной роли в восстановлении лесной обстановки даже при наличии плодоносящих деревьев в очагах усыхания и на прилегающей к ним площади. Серьезным препятствием для поселения древесных пород выступает задернение площади вейником, осоками и реже другими растениями. Последующее возобновление ели и пихты осуществляется под пологом тонкомера и формирующихся куртин молодняка, которые в первое время после распада основного полога древостоя отличаются неравномерной сомкнутостью.

13. Сохранившиеся живыми деревья и подрост ели и пихты после усыхания и распада древостоя, как правило, усиливают прирост в высоту и по диаметру. В первую очередь увеличивается прирост по диаметру, а усиление роста в высоту происходит на второй-третий год после усыхания древостоя, но оно зависит от размеров и состояния подроста, а также от его размещения.

14. Хорошее естественное лесовозобновление темнохвойных пород в очагах усыхания, усиление роста живых деревьев и подроста после усыхания и распада древостоя позволяют подтвердить вывод (Манько, 1965; Любарский, Соловьев, 1965) о том, что массовое усыхание пихтово-еловых лесов не обусловлено постоянным изменением условий местопроизрастания в неблагоприятную сторону для ели

и пихты. Об этом свидетельствуют также материалы изучения почв под усыхающими древостоями, согласно которым основные физические и химические параметры почв не претерпевают кардинальных изменений и обеспечивают жизнедеятельность главных лесообразующих пород.

15. Пихтово-еловые леса Дальнего Востока, учитывая их неоднократное усыхание на протяжении последних 70 лет, являются объектом хозяйственного риска и должны постоянно находиться в поле зрения лесоводов. В связи с предполагаемым глобальным потеплением и усилением нестабильности климатических процессов эти леса могут использоваться как своеобразный индикатор глобальных и региональных изменений природных процессов. Необходима организация постоянного мониторинга за их состоянием, сочетающего аэрокосмические наблюдения с сетью наземных постоянных пробных площадей, характеризующих наиболее распространенные лесные экосистемы в различных регионах их произрастания.

16. Мониторинг пихтово-еловых лесов позволит получить интегрированную информацию об их состоянии, что даст возможность прогнозировать их развитие в зависимости от природной обстановки и влияния экзогенных факторов. Для прогноза динамики пихтово-еловых лесов необходимо использовать материалы о состоянии древостоев, их календарном и онтогенетическом возрасте, составе, возрастном строении, полноте и других таксационных показателях, топографических, гидрологических и биогеохимических параметрах местообитаний, о периодичности стрессовых ситуаций, связанных с погодно-климатическими условиями и биотическими факторами, а также с переносом загрязняющих веществ. На основе учета всех факторов, в том числе и способствующих деградации лесов, можно составлять прогнозные карты риска для лесохозяйственных предприятий или их частей. Необходим поиск способов ранней диагностики ослабления темнохвойных лесов, основанных, возможно, на спектральной отражательной способности древостоев, что особенно важно для не освоенных дорожной сетью территорий.

17. Лесохозяйственные усилия прежде всего должны быть направлены на предрасполагающие факторы, поскольку факторы, вызывающие массовое усыхание (прежде всего нестабильность клима-

тических условий), еще не подвластны человеку. В первую очередь необходимо снизить долю спелых и перестойных темнохвойных лесов в лесном фонде путем своевременного их омоложения рубками главного пользования; в этом единодушны все исследователи феномена усыхания темнохвойных лесов, начиная с В.Ф. Овсянникова (1925). При проведении рубок главного и промежуточного пользования, а также при создании лесных культур необходимо формировать смешанные древостои, состав которых определяется лесорастительными и зонально-типологическими условиями. В частности, на местообитаниях с неустойчивым водным режимом предпочтение следует отдавать лиственнице и лиственным породам, а в неморальных пихтово-еловых и кедрово-еловых лесах – кедру корейскому с участием лиственных пород. При вовлечении естественных и девственных пихтово-еловых лесов в хозяйственный оборот необходимо стремиться к поддержанию разновозрастности древостоев, ибо разновозрастные древостои более устойчивы к стрессовым факторам. Эти меры помогут значительно снизить потери от усыхания лесов, но не исключат деградации древостоев, особенно в сильно засушливые годы.

18. Необходимо развернуть селекционно-генетические исследования по отбору форм ели, устойчивых к стрессовым ситуациям, вредителям и болезням, чтобы в будущем использовать ценные формы в лесокультурном производстве.

19. В числе первоочередных мер снижения нежелательных и даже опасных санитарных и экологических последствий массового усыхания пихтово-еловых лесов необходимо назвать обязательное своевременное удаление усохших деревьев. Как показали исследования В.А. Розенберга (1950), О.В. Морозовой и Р.П. Ивановой (1959), Л.В. Любарского и К.П. Соловьева (1962), И.Д. Пахомова (1963) и других авторов, древесина усохшей ели в зависимости от давности усыхания и степени повреждения насекомыми и грибами может быть использована для хозяйственных нужд. По данным Пахомова (1963), сухая древесина ели двухлетней и большей давности усыхания при отсутствии явных признаков поражения каким-либо пороком по техническим свойствам мало отличается от нормальной древесины; сухая древесина большей давности усыхания может быть использована для строительных целей и в целлюлозно-бумажном производстве.

Показатели технической пригодности древесины усохшей пихты значительно ниже вследствие быстрого поражения ее дереворазрушающими грибами. В целом, чем скорее усыхающие древостои будут вовлечены в рубку, тем меньше ущерба принесет усыхание.

20. Районы массового усыхания пихтово-еловых лесов должны находиться под постоянным противопожарным и санитарным наблюдением. Для естественных пихтово-еловых лесов, особенно находящихся в малонаселенных районах, весьма эффективно авиапатрулирование, позволяющее своевременно обнаруживать очаги усыхания и отслеживать их динамику.

21. Более детальный комплекс лесохозяйственных мероприятий по снижению потерь в результате массового усыхания пихтово-еловых лесов был предложен в свое время Л.В. Любарским и К.П. Соловьевым (1962, 1965). Он предусматривает: очередность вовлечения в рубку усыхающих и подверженных усыханию древостоев; способы рубок в зависимости от группы лесов и интенсивности усыхания; лесозащитные мероприятия, включая защиту лесоматериалов от насекомых; надзор за состоянием пихтово-еловых лесов и прогнозирование их усыхания. К этому перечню можно лишь предложить, вслед за В.П. Цурановым (1975), испытание химических или биологических мер борьбы с насекомыми, сопутствующими усыханию и играющими основную роль в развитии очага усыхания. Эффективное снижение численности насекомых на раннем этапе усыхания, возможно, будет способствовать более быстрому прекращению деятельности очага.

Для снижения ущерба от усыхания древостоев в пихтово-еловых лесах, находящихся в неустойчивом состоянии, можно по согласованию со специалистами лесозащиты и работниками лесного хозяйства сокращать срок примыкания лесосек при сплошных рубках до 1 года.

22. В числе дальнейших задач, связанных с проблемой деградации и массового усыхания пихтово-еловых лесов в Дальневосточном регионе, можно назвать: углубленное эколого-физиологическое изучение основных лесобразователей, с акцентированием на водный режим темнохвойных древостоев (Орлов, 1996), поиск биохимических индикаторов стрессовых ситуаций (Судачкова, 1998), исследование микробиологических характеристик почв в очагах усыхания. Крайне необходимы комплексные междисциплинар-

ные исследования, включающие разные блоки: лесоводственно-таксационная характеристика темнохвойных лесов; физиолого-биохимические и анатомические исследования основных лесобразователей; почвы (химические, водно-физические и микробиологические параметры); метеорология (включая солнечно-земные связи, химический состав осадков, облачной влаги и туманов); насекомые; грибы и вирусы.

23. Ухудшение состояния и усыхание темнохвойных лесов происходят на разных континентах на фоне глобальной нестабильности климатических условий и порождают существенные экологические и хозяйственные проблемы (потеря древесины и рекреационной привлекательности лесов, ухудшение санитарной и пожарной обстановки, нарушение гидроклиматического режима территории, резкое изменение темпов круговорота вещества и энергии, включая кислородопroduцирующую и углерододепонирующую функции лесов), что диктует необходимость организации мониторинга за состоянием этих лесов, играющих выдающуюся роль в стабилизации глобальной экологической обстановки.

Проблема ухудшения темнохвойных лесов переросла национальные границы и требует координации исследований в международном масштабе, возможно, под эгидой Международного союза лесных исследовательских организаций (IUFRO).

## ЛИТЕРАТУРА

Бикин: Опыт комплексной оценки природных условий, биоразнообразия и ресурсов. Владивосток: Дальнаука, 1997. 156 с. + вкл.

*Богатырев К.П.* Почвы и причины усыхания сльнников на Майхэ-Даубихинском плато // Тр. ДВ филиала АН СССР. Сер. ботан. 1956. Т. 3 (5). С. 105-117.

*Будзан В.И.* Горизонтальная структура выдела сльнников Сихотэ-Алиня // Лесная таксация и лесостроительство. Красноярск, 1980. С. 35-41.

*Вильямс В.Р.* Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. 6-с изд. М.: Сельхозгиз, 1949. 472 с.

*Витвицкий Г.Н.* Климат // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 70-96.

*Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н., Манько Ю.И., Захаров С.М.* Исследования химического состава снеговых вод в связи с региональной деградацией пихтово-еловых лесов в Приморском крае // География и природные ресурсы. 1993. № 2. С. 58-62.

*Гладкова Г.А.* Особенности почвообразования в усыхающих пихтово-еловых лесах Приморья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1997. 19 с.

- Гладкова Г.А.* Химический состав ели аянской в усыхающих пихтово-словых лесах // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке: Материалы междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. Б.П. Колесникова. Владивосток: БПИ ДВО РАН, 1999. С. 84-85.
- Говоренков Б.Ф.* К вопросу о почвенных условиях усыхающих ельников Хабаровского края // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1966. Вып. 8. С. 134-143.
- Дуплицев И.Т.* Развитие, стресс и особенности таксации разновозрастных слово-пихтовых насаждений Нижнего Амура // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1969. Вып. 9. С. 46-79.
- Золотарев С.А.* Влияние свойств почв на усыхание аянских темнохвойных лесов базальтовых плато Южного Приморья. Хабаровск, 1949. 147 с. (Рукопись. Фонды ДальНИИЛХ).
- Золотарев С.А.* Заболачивание и усыхание некоторых ельников в условиях базальтовых плато Южного Приморья // Сб. работ ДальНИИЛХ. 1950а. Вып. 2. С. 81-103.
- Золотарев С.А.* О биозкологических свойствах ели аянской // Там же. 1950б. С. 29-47.
- Золотарев С.А.* О влиянии главнейших хвойных пород Дальнего Востока на почву // Почвоведение. 1953. № 2. С. 43-51.
- Золотарев С.А.* Леса и почвы Дальнего Востока. М., 1962. 168 с.
- Калиниченко Е.П.* Изменения направленности физиологии водообмена и засухоустойчивости хвойных пород в условиях различного влагоснабжения почвы // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока: Тез. докл. Хабаровск, 1972. С. 145-148.
- Калиниченко Е.П., Москаев А.П.* Морозное пучение почвы как экологический фактор в лесах из ели аянской // Экология. 1975. № 2. С. 28-36.
- Камибаяси Н.* Мониторинг северных лесов // Restec. 1996. N 38. P. 32-34. (На яп. яз).
- Клинов А.П.* О глубине промерзания лесных почв Сахалина // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 183-194.
- Козин Е.К.* О цикличности развития девственных лесов Сихотэ-Алиня // Лесоведение. 1982. № 37. С. 24-31.
- Козин Е.К.* Глобальная цикличность возрастного развития девственных хвойных лесов // Девственные леса мира и их роль в глобальных процессах: Тез. докл. междунар. конф. 15-20 авг. 1999. Хабаровск, 1999. С. 22-23.
- Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. М.: Л.: Изд. АН СССР. 1956. 261 с.
- Кошкарёв А.В., Петропавловский Б.С.* К методике анализа и прогнозного картографирования усыхания пихтово-словых лесов Среднего Сихотэ-Алиня по многозональным аэрофото-материалам // География и природные ресурсы. 1980. № 2. С. 137-143.
- Кошкарёв А.В.* Дистанционные методы в крупномасштабном картографировании интенсивности и динамики усыхания пихтово-словых лесов верховий реки Большая Уссурка // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 22-36.
- Кошкарёв А.В., Майорова Л.А., Петропавловский Б.С., Пшеничникова Н.Ф.* Принципы организации комплексных исследований с целью разработки методов локального мониторинга растительного покрова (на примере усыхающих пихтово-словых лесов Среднего Сихотэ-Алиня) // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 11-21.
- Кошкарёв А.В., Майорова Л.А., Петропавловский Б.С.* Методы мониторинга усыхающих пихтово-словых лесов верховий реки Большая Уссурка // Прикладные аспекты программы «Человек и биосфера». М., 1983. С. 181-195.
- Куренцов А.И.* К вопросу об усыхании ели аянской в горах Сихотэ-Алиня // Комаровские чтения. Владивосток, 1950. Вып. 2. С. 3-19.
- Куренцова Г.Э.* Растительный покров приустьевой части бассейна среднего Амура. Владивосток, 1965. 72 с.
- Куренцова Г.Э.* Естественные и антропогенные смены растительности Приморья и Южного Приамурья. Новосибирск: Наука, 1973. 230 с.

*Любарский Л.В.* Усыхание горных пихтово-еловых лесов Майхинского опытного лесхоза ДальНИИЛХ. Хабаровск, 1949. 186 с. (Рукопись. Фонды ДальНИИЛХ).

*Любарский Л.В.* Санитарное состояние лесов Дальнего Востока и пути их оздоровления // Вопросы развития лесного хозяйства и лесной промышленности Дальнего Востока. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1955. С. 94-112.

*Любарский Л.В., Соловьев К.П.* Об усыхании елово-пихтовых лесов Приамурья и Приморья // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1962. Вып. 4. С. 84-105.

*Любарский Л.В.* Пути улучшения санитарного состояния лесов Дальнего Востока // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1964. Вып. 6. С. 40-55.

*Любарский Л.В., Соловьев К.П.* Лесохозяйственные мероприятия, направленные на снижение потерь, вызванных массовым усыханием елово-пихтовых лесов на Дальнем Востоке // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 329-344.

*Любарский Л.В., Соловьев К.П.* Явление усыхания ельников // Леса Дальнего Востока. М.: Лесн. пром-сть. 1969. С. 127-131.

*Любарский Л.В., Васильева Л.Н.* Дрсуворазрушающие грибы Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1975. 164 с.

*Ляхов М.Е.* Влияние рельефа и морей на температуру воздуха Камчатки // Природные условия и районирование Камчатской области. М.: Изд. АН СССР, 1963. С. 98-115.

*Майорова Л.А., Пишеничникова Н.Ф., Пишеничников Б.Ф.* Некоторые результаты комплексных исследований в усыхающих пихтово-еловых лесах Среднего Сихотэ-Алиня // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 37-53.

*Майорова Л.А.* Изучение пространственно-временной динамики возобновительного процесса в усыхающих пихтово-еловых лесах (стационар «Верховья реки Большая Уссурка») // Итоги изучения лесов Дальнего Востока и задачи интенсификации многоцелевого лесопользования: Тез. докл. Хабаровск, 1989. С. 111-112.

*Майорова Л.А.* Усыхание пихтово-еловых лесов в Приморском крае // Природоохранные территории и акватории Дальнего Востока и проблемы сохранения биологического разнообразия: Материалы 2-й науч. конф., посвящ. 60-летию Уссурийского заповедника. Владивосток, 1994. С. 125-127.

*Максимова В.Ф., Майорова Л.А., Петропавловский Б.С.* и др. Межкомпонентные связи в усыхающих пихтово-еловых лесах Среднего Сихотэ-Алиня // 2-е Всесоюз. совещ. «Общие проблемы биогеоценологии»: Тез. докл. М., 1986. Ч. 1. С. 85-87.

*Манько Ю.И.* Массовое усыхание пихтово-еловых лесов в левобережном Приамурье // Тез. докл. на юбил. сес., посвящ. 30-летию Дальневост. фил. СО АН СССР. Сер. биол. Владивосток, 1962. С. 53-55.

*Манько Ю.И.* Материалы к изучению усыхания пихтово-еловых лесов левобережного Приамурья // Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВ фил. СО АН СССР, 1965. Вып. 1. С. 21-73.

*Манько Ю.И.* Пихтово-еловые леса северного Сихотэ-Алиня. Л.: Наука, 1967. 244 с.

*Манько Ю.И., Ворошилов В.П.* О северном пределе распространения ели *Picea ajanensis* в материковой части Дальнего Востока // Ботан. журн. 1971. Т. 56, № 9. С. 1343-1351.

*Манько Ю.И., Ворошилов В.П.* Еловые леса Камчатки. М.: Наука, 1978. 256 с.

*Манько Ю.И.* Ель аянская. Л.: Наука, 1987. 280 с.

*Манько Ю.И., Азбукина З.М.* Грибные болезни хвои *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. и *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. в насаждениях Дальнего Востока, пораженных усыханием // Микология и фитопатология. 1992. Т. 26. С. 461-465.

*Манько Ю.И., Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н.* Почвы усыхающих темнохвойных лесов севера Приморского края // Почвоведение. 1992. № 6. С. 25-37.

- Манько Ю.И., Гладкова Г.А.* К истории гипотезы об усыхании пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке // Почвоведение. 1993. № 9. С. 94-97.
- Манько Ю.И., Гладкова Г.А.* О факторах усыхания пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке // Лесоведение. 1995. № 2. С. 3-12.
- Манько Ю.И., Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н., Норихиза Камбияси.* Мониторинг усыхания пихтово-еловых лесов в Центральном Сихотэ-Алине // Лесоведение. 1998. № 1. С. 3-16.
- Морозова О.В., Иванова Р.П.* Химический состав усохшей древесины кедра корейского и ели аянской и возможности ее хозяйственного использования // Тез. докл. на сес. совета ДВ фил. СО АН СССР по итогам исследований 1958 г. Владивосток, 1959. С. 24.
- Овсянников В.Ф.* Гибель лесов у истоков Матая // Сов. Приморье. 1925. № 3. С. 96-107.
- Орлов А.Я.* Хвойные леса Амгунь-Буреинского междуречья. М.: Изд. АН СССР, 1955. 208 с.
- Орлов А.Я.* Особенности отношения ели европейской и некоторых других видов ели к недостаточной влагообеспеченности // Лесоведение. 1996. № 1. С. 84-93.
- Пахомов И.Д.* Технические свойства древесины сухостойной ели и пихты и пути рационального использования ее в народном хозяйстве // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1963. Вып. 5. С. 278-295.
- Петропавловский Б.С.* Оценка состояния пихтово-еловых лесов Сихотэ-Алинского биосферного района // Методы оценки природной среды. Владивосток, 1987. С. 88-97.
- Пишеничникова Н.Ф.* Почвы усыхающих пихтово-еловых лесов Среднего Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989а. 132 с.
- Пишеничникова Н.Ф.* Итоги изучения почв усыхающих пихтово-еловых лесов Сихотэ-Алиня // Итоги изучения лесов Дальнего Востока и задачи интенсификации многоцелевого лесопользования. Тез. докл. Хабаровск, 1989б. С. 29-30.
- Розенберг В.А.* О выходе деловой древесины из усыхающих и сухих стволов аянской ели // Сообщ. Дальневост. фил. АН СССР. 1950. Вып. 1. С. 3-7.
- Розенберг В.А.* Некоторые вопросы развития пихтово-еловых лесов Южного Сихотэ-Алиня // Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. Вып. 3. Владивосток: ДВ филиал СО АН СССР. 1961. С. 195-215.
- Розенберг В.А., Дюкарев В.Н., Осипов Б.А.* Лесной комплекс // Долговременная программа охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 года (экологическая программа). Владивосток, 1993. Ч. 1. С. 143-188.
- Рыбаков И.Е.* Типы отмирания ели в очагах массового усыхания на Среднем Сихотэ-Алине // Лесохозяйственная информация. 1993. Вып. 9. М.: ВНИИЦресурс. С. 32-33.
- Сапожников А.П.* Некоторые проблемы лесного почвоведения // Почвоведение. 1996. № 4. С. 512-516.
- Смагин В.Н.* Леса бассейна р. Усури. М.: Наука, 1965. 271.
- Соловьев К.П., Любарский Л.В., Розенберг В.А., Манько Ю.И.* Усыхание пихтово-еловых лесов Приморья и Приамурья: Докл. на сессии лесн. хоз-ва и деревообрабатывающ. пром-сти совещ. по развитию производит. сил Приморья. Владивосток, 1961. 25 с.
- Судачкова Н.Е.* Состояние и перспективы изучения влияния стрессов на древесные растения // Лесоведение. 1998. № 2. С. 3-9.
- Схематическая карта расположения площадей усыхающих ельников на части территории Хабаровского края. М 1: 500 000. Хабаровск, 1963. (Фонды Дальневосточного лесостроительного предприятия).
- Тимофеев В.П.* Отмирание ели в связи с недостатком влаги в почве // Лесное хозяйство. 1939. № 9. С. 6-15.
- Трегубов Г.А.* Растительные ресурсы Комсомольского района // Амурский сборник. Хабаровск, 1960. С. 310-329.

Урусов В.М. Будущее лесных экосистем юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 48 с.

Урусов В.М. Эколого-географические предпосылки интродукции на юг Дальнего Востока // Исследование и конструирование ландшафтов Дальнего Востока и Сибири. Владивосток: ДВО РАН, 1996. С. 257-262.

Усольцева Л.А., Петропавловский Б.С., Алексанина М.Г. Опыт автоматизации дешифрирования тоновых фотоснимков лесной растительности // Методы оценки состояния природной среды. Владивосток, 1987. С. 98-102.

Фрей Т.Э.-А., Фрей Дж. М. Высыхание лесных массивов в Европе: зарубежный опыт // Тез. докл. всесоюз. совещ. «Общие проблемы биогеоценологии». М. 1986. Кн. 2. С. 10-12.

Цуранов В.П., Арефьев Ю.Ф. Динамика усыхания сльнников Кизинского лесспромхоза // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 319-328.

Цуранов В.П. Некоторые особенности усыхания сльнников Нижнего Амура // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 311-318.

Цуранов В.П. Динамика усыхания сльнников и характер лесовосстановления на севере Сихотэ-Алиня // Повышение продуктивности лесов Дальнего Востока. М.: Лес. пром-сть, 1973. С. 241-244.

Цуранов В.П. Некоторые особенности усыхания сльнников Северного Сихотэ-Алиня: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Хабаровск, 1975. 25 с.

Чавтур Н.А., Петропавловский Б.С. Геоботаническая индикация факторов среды для задач прогнозирования усыхания пихтово-слонных лесов Среднего Сихотэ-Алиня // Всесоюз. шк. «Влияние промышленных предприятий на окружающую среду»: Тез. докл. Пушкино, 1984. С. 209-211.

Чельшьева Л.П. Важнейшие дереворазрушающие грибы в усыхающих сльниках Северного Сихотэ-Алиня // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 345-355.

Чернышев В.Д. Свособразие биосферных функций леса на Дальнем Востоке // Проблемы лесоведения и лесной экологии: Тез. докл. М., 1990. Ч. 1. С. 73-76.

Чернышев В.Д. Возможные причины усыхания хвойных лесов // Лес. хоз-во. 1994. № 5. С. 49-51.

Чернышев В.Д. Принципы адаптации живых организмов. Владивосток: Дальнаука, 1996. 384 с.

Щербин-Парфененко А.Л. Бактериальные заболевания лесных пород. М.: Гослесбуиздат, 1963. 148 с.

Юрченко Г.И. Рогохвосты (Hymenoptera, Siricidae) – вредители слонно-пихтовых лесов Северного Сихотэ-Алиня // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 356-361.

Cowling E. Regional declines of forests in Europe and North America: The possible role of airborne chemicals // Aerosols: Res. Risk Assess. and Contr. Strateg.: Proc. 2<sup>nd</sup> US-Dutch. Int. Symp., Williamsburg, 5a, May 19-25, 1985. Chelisea, Mich., 1986. P. 855-864.

Duinker P.N. Resolutions from the workshop on forest decline and reproduction: regional and global consequences // Environ. Conserv. 1987. V. 14, No. 2. P. 173-174.

Kamibayashi N., Manko Yu., Kondho A., Gladkova G. Detection of forest decline in Northeast Primorsky Russia // Photogrammetry and Remote Sensing. 1994. No. 5. P. 213-216. (Jap.).

Rehfuess K.E. Review of forest decline research activities and results in the Federal Republic of Germany // J. Environ. Sci. and Health. 1991. V. 26, No. 3. P. 415-445.

Schmidt-Vogt H. Die Fichte. B. 2/2. Krankheiten. Schäden. Fichtensterben. Hamburg; Berlin: Paul Parey, 1989. 607 S.

Stone E.L., Leaf A.L. Potassium deficiency and response in young conifer forests in Eastern North America // Proc. of the Colloq. on Forest Fertilization. Jyväskylä, Finland. Intern. Potash Inst. Bern, 1967. P. 217-229.