

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА, СВЯЗАННОГО С ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМИ РАБОТАМИ

In this article the questions of application of the concept of the analysis of risk at estimation of influence on the environment and ecological examination are considered. The results of researches of dispersion processes of polluting substances, auras of dispersion of soot aerosol, nitrogen oxides and influence of oil floods on the bottom circles of wood vegetation at logging technics work are presented. The methodic of estimation of ingredient influences of systems logging machines and technologies of cabins on the wood environment with the consideration of carrying out of logging works and the risk concept is described. The use of the developed methodic allows to make the qualitative analysis of logging processes and on the basis of its results to recommend the optimal technological variant from the point of view of compatibility with the wood environment.

Введение. Основным средостабилизирующим элементом на Земле являются леса. На их долю приходится более 90% всей фитомассы [1]. Качество жизни человека напрямую зависит от наличия и состояния лесов, однако практически все леса Земли подвержены негативному воздействию антропогенеза и продолжают деградировать. В настоящее время одним из определяющих факторов ведения лесного хозяйства должна выступать экологическая безопасность. Лесные экосистемы занимают более 35% территории Республике Беларусь, в стране развита лесная и деревообрабатывающая промышленность. Перед лесным комплексом республики стоит ряд серьезных проблем, важнейшие из которых: интенсификация ведения лесного хозяйства; переход к технологиям и системам машин, удовлетворяющим экологическим требованиям; увеличение объемов заготовки мелкотоварной древесины; широкое использование отходов лесозаготовок в энергетических целях; развитие производств, обеспечивающих комплексное использование биомассы дерева.

Основная часть. Механизированные рубки леса с применением мощной тяжеловесной техники являются значимым по воздействию на окружающую среду этапом лесопользования. Основными типами воздействия лесозаготовительной техники являются: механическое воздействие (уплотнение почвы и разрушение ее структуры, разрушение лесной подстилки и уничтожение растений), ингредиентное воздействие (материальные выбросы в атмосферу, гидросферу и почву), параметрическое воздействие (выбросы тепла, шум, вибрация, электромагнитные излучения) и, как следствие, экологическое воздействие (уменьшение продуктивности и деградация лесных экосистем, сокращение мест обитания, гибель живых организмов).

Управление хозяйственной деятельностью должно осуществляться с учетом характеристик экологичности основных производственных процессов, которые разрабатываются на

основе оценки воздействия на окружающую среду. Все большее распространение при проведении оценки воздействия на окружающую среду в настоящее время получают подходы, связанные с концепцией анализа рисков. Применение концепции риска позволяет учитывать вероятностный характер возникновения опасности, в том числе и при авариях, учитывать различия в последствиях для различных объектов, подверженных воздействию (реципиентов риска). Использование концепции риска позволяет выполнить комплексную интегральную оценку воздействия с учетом медико-биологических, социально-экономических и других факторов.

При использовании концепции риска исходят из того, что достижение абсолютной безопасности для окружающей среды и человека невозможно. Источник риска характеризуется набором связанных с его функционированием опасных факторов (факторов риска), обусловленных как особенностями нормального режима работы объекта, так и возможными авариями. Персонал, население и окружающая среда рассматриваются как объекты, подвергающиеся риску, и воздействие на окружающую среду интерпретируется через оценку вероятных последствий для здоровья населения, персонала и состояния экосистем с учетом особенностей и продолжительности воздействия.

Оценки риска базируются на результатах определения вероятности какого-либо события, с которым связано воздействие на окружающую среду, и оценках последствий – величине прогнозируемого или реального ущерба и убытков (потерь). Произведение вероятности воздействия на меру ожидаемых последствий (ущерба) дает оценку риска.

Величина ущерба определяется факторами воздействия, факторами восприятия, характеризующимися структурой и численностью реципиентов, оказавшихся в зоне влияния, факторами состояния, непосредственно определяющими величину потерь в расчете на одного реципиента, а при оценке территории – на едини-

цу площади. При оценке ожидаемых последствий деятельности должны быть учтены различные виды ущерба – социального, экологического, экономического, морального и т. д.

При определении экологических рисков учитываются отрицательные последствия опасных событий и процессов, вызывающие ухудшение состояния среды обитания. Для экосистем риск может характеризоваться степенью изменения биоразнообразия, продуктивности (сохранение размера и биомассы экосистемы), структуры сообществ и популяций. Для природно-промышленной системы величина риска, связанного с хозяйственной деятельностью, может определяться степенью превышения потенциала самовосстановления территории (предельной техногенной нагрузки).

Оценивая воздействия на лесные экосистемы лесозаготовительных работ, отличающихся сравнительно малой длительностью и локализацией в пространстве, перспективно использовать подходы концепции риска. Достоинством этих подходов является возможность учета последствий различных по длительности процессов. Применительно к лесным экосистемам риск может означать вероятность гибели растений (доля видов, затронутых техногенным воздействием, и доля видов, исчезнувших в результате воздействия), вероятность снижения продуктивности экосистем или прироста в текущий период или в будущем.

С учетом особенностей проведения лесозаготовительных работ и подходов концепции риска разработана методика оценки ингредиентного воздействия систем лесозаготовительных машин и технологий рубок на лесную среду. Методика устанавливает процедуру и порядок проведения оценки воздействия на окружающую среду лесозаготовительных машин и технологических процессов рубок главного, промежуточного пользования и рубок ухода.

Методика предназначена для оценки экологической совместимости технологий лесозаготовительных работ и соответствующих систем машин при различных способах рубок в определенных природных условиях с учетом сезонов года и климатических особенностей; анализа лесозаготовительных процессов на стадии разработки и освоения лесосек и выбора на основе его результатов оптимального с точки зрения совместимости с лесной средой варианта технологии; организации и планирования проведения лесозаготовительных работ; обоснования экологических требований к системам лесозаготовительных машин и технологическим процессам рубок леса; проведения сертификации работ по заготовке древесины по экологическим требованиям.

Для обоснования нормативов ингредиентного воздействия лесных машин на окружающую

среду использованы результаты моделирования процессов рассеивания загрязняющих веществ, полевых исследований ореолов рассеивания сажевого аэрозоля, оксидов азота и воздействия разливов нефтепродуктов на нижние ярусы лесной растительности.

Установлено, что при работе техники происходит существенное увеличение концентрации фитотоксикантов в атмосферном воздухе на лесосеке и прилегающих участках леса. Это оказывает значительное влияние на лесную растительность. Загрязнение воздушного бассейна в первую очередь отражается на растительном покрове, так как растения осуществляют газообмен в десятки раз интенсивнее по сравнению с человеком и животными и обладают более высокой чувствительностью и стабильностью ответной реакции на действие различных внешних факторов. Даже при соблюдении санитарно-гигиенических нормативов может наблюдаться угнетение древесных растений. С учетом этого нормирование загрязнения атмосферы должно основываться на реакции растительности и обеспечивать ее защиту как наиболее важной и уязвимой части лесной экосистемы.

Особенно актуально рассмотрение проблем оценки ингредиентного воздействия специальных машин на лес при их использовании на лесозаготовительных работах применительно к территориям, характеризующимся высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха кислотными оксидами и другими фитотоксичными соединениями. В этом случае рассматриваемое воздействие накладывается на имеющийся «фон» и может привести к необратимым последствиям.

Степень повреждения растения поллютантом в основном зависит от двух факторов – концентрации токсичного вещества и длительности его воздействия. Произведение концентрации и продолжительности действия дает значение дозы. Значение пороговой дозы является характеристикой, которую удобно использовать для прогнозирования возможных последствий загрязнения атмосферы при проведении лесозаготовительных работ.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что попадание горючесмазочных материалов в лесные экосистемы приводит к угнетению и повреждению растений, изменению структурно-функциональной организации сообществ и их видового состава, снижению биологической продуктивности и устойчивости и в конечном итоге – к утрате стабильности экосистем, а следовательно, к их деградации и разрушению.

В почве лесосек формируется ореол рассеивания бенз(α)пирена. Особенно он выражен

вокруг магистрального волокна и погрузочной площадки. Несмотря на то, что время воздействия относительно невелико, вследствие накопления (депонирования) этого труднорастворимого канцерогенного вещества в почве, в тканях растений его последствия могут весьма ощутимо сказываться как на продуктивности леса, так и на последующем побочном использовании лесом.

Оценка величины воздействия лесозаготовительной техники, связанного с загрязнением атмосферы, в соответствии с разработанной методикой производится по дозовой нагрузке, определяемой исходя из продолжительности проведения работ на лесосеке и средних действующих концентраций загрязняющих веществ. Порядок расчета действующих концентраций фитотоксикантов разработан в соответствии с методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86).

Коэффициенты, использованные в расчетах, определены для наиболее характерных природно-производственных условий лесозаготовок в Республике Беларусь. Оценка значимости воздействия производится по пятибалльной шкале. Ограничения по степени воздействия установлены на основании нормативов ПДК-лес в атмосферном воздухе [2].

При оценке воздействия учитывается нагрузка ($\text{мг}/\text{м}^2$) по бенз(а)пирену. Так как практически весь выбрасываемый дизельным двигателем бенз(а)пирен сорбируется сажей и распределяется по лесосеке в составе ее частиц, а частицы сажевого аэрозоля хорошо седиментируют, значительная часть выброшенного бенз(а)пирена накапливается в почве вокруг магистрального волокна и погрузочной площадки.

Моделирование процессов рассеивания и экспериментальные исследования показывают, что примерно 10% от выбрасываемого трелевочными тракторами бенз(а)пирена выделается на последних 20 м магистрального волокна перед погрузочной площадкой, 45% от этого количества осаждаются на расстоянии 10 м от волокна. Кроме работ по трелевке древесины учитывается выделение бенз(а)пирена при выполнении погрузочных работ. Значимость воздействия определяется по пятибалльной шкале в зависимости от концентрации в верхнем слое почвы.

Наряду с выбросами загрязняющих веществ с отработанными газами двигателей значительный экологический ущерб наносят выбросы рабочих жидкостей (минеральных масел) из гидросистем лесных машин. Загрязнение почвы нефтепродуктами при работе техники происходит главным образом при аварийных ситуациях.

Для исследования риска выброса гидрожидкости можно использовать метод составления «диаграмм влияния». Составляется дерево событий, представляющее собой иерархическую структуру, верхний уровень которого характеризует неблагоприятное событие (выброс гидрожидкости вследствие разгерметизации гидропривода), а нижние – наборы факторов, условий, при которых оно проявляется.

Дерево событий представляет собой сценарий развития, в результате которого возможно возникновение неблагоприятной ситуации. Авария может произойти при различных комбинациях (сочетаниях) неблагоприятных ситуаций на различных элементах системы. При известных значениях вероятностей событий нижнего уровня можно оценить вероятность аварии. На гидропривод технологического оборудования лесных машин приходится 33,0–53,8% отказов от числа отказов по машине. На механические повреждения гидропривода приходится 36–45% от общего числа, а нарушение функционирования резинотехнических изделий составляет 48–50% [3].

Главная причина потерь рабочей жидкости – разрушение маслопроводов гидросистем, в первую очередь наиболее нагруженных рукавов высокого давления. Выход из строя рукавов высокого давления приводит к большим потерям рабочей жидкости (до 500 л), что наносит значительный ущерб состоянию лесных экосистем, а это подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями.

В соответствии с предлагаемой методикой оценивается вероятность разлива нефтепродуктов, которая зависит от почвенных и погодных условий (сезона и вида проведения рубок), типа и срока эксплуатации машин, квалификации рабочих, и ущерб в зависимости от количества нефтепродуктов, попавших на почву.

Для интегральной оценки воздействия рассчитывается суммарный показатель.

Заключение. Использование разработанной методики позволяет производить качественный анализ лесозаготовительных процессов и на основе его результатов рекомендовать наиболее оптимальный с точки зрения совместимости с лесной средой технологический вариант.

Литература

1. Лесная энциклопедия. – М.: Сов. энцикл., 1985. – Т. I. – 536 с.
2. Нормирование техногенного воздействия на лесные экосистемы / А. А. Мартынюк [и др.] // Лесное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 25–27.
3. Павлов, А. И. Определение вероятности отказов элементов гидропривода лесосечных машин / А. И. Павлов // Лесной вестник. – 2004. – № 5. – С. 27–28.