

УДК 630*43

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЛЕСНУЮ ЭКОСИСТЕМУ

Гринько Олег Иванович

Аспирант

Братский государственный университет

г. Братск, Россия

e-mail: goi2@yandex.ru

Григорьева Ольга Ивановна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: grigoreva_o@list.ru

Григорьев Игорь Владиславович

Доктор технических наук, профессор

Арктический государственный агротехнологический университет

г. Якутск, Россия

e-mail: silver73@inbox.ru

Аннотация. Лесные пожары имеют двойное влияние на лесные экосистемы. С одной стороны, они наносят достаточно существенный экологический и материальный ущерб. С другой стороны, они являются совершенно естественным явлением, особенно для хвойных бореальных лесов. В статье выполнен анализ литературных источников по влиянию лесных пожаров на компоненты лесной экосистемы. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Ключевые слова: ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ, КОМПОНЕНТЫ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ, ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ПОЧВУ, ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ДРЕВОСТОЙ, ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Лесные пожары были и остаются очень большой проблемой лесного комплекса Российской Федерации. Очевидное потепление климата с конца XX века, вкупе с дезорганизацией лесного хозяйства в постсоветские годы приводят к увеличению количества масштабности лесных пожаров, и, соответственно ущерба, к которому они приводят.

С одной стороны, лесные пожары являются безусловно негативным фактором, приводящим к загрязнению атмосферы, вреду здоровью населения, не говоря уже значительных материальных убытках, очень больших затратах на

ликвидацию самих пожаров и их последствий, и самом печальном – гибели пожарных и местного населения.

С другой стороны, лесной пожар является совершенной естественной для биологии леса. Особенно биологии хвойных бореальных лесов, которые преобладают в лесном фонде Российской Федерации. И, особенно, для лесов на вечной мерзлоте, которые занимают больше 50% территории лесного фонда Российской Федерации.

Крайне бедная почвенная биота лесов криолитозоны приводит к крайне медленной биологической деструкции лесного опада, в результате лесные горючие материалы накапливаются, сухой, резко континентальный климат приводит к идеальным условиям – способствующим загоранию.

Преобладающей породой в лесном фонде Российской Федерации является лиственница. Это хотя и хвойное дерево, но листопадное. Опадающий ежегодно ассимиляционный аппарат лиственницы, не перерабатываемый в гумус почвенной биотой, становится крайне легко воспламеняемым, и достаточно малейшей искры, чтобы началось загорание.

Лесной пожар в хвойных бореальных лесах удаляет лесные горючие материалы, способствует обновлению леса, началу следующей сукцессии. Некоторые древесные породы, например, секвойя, вообще не возобновляются естественным путем без прохождения пожара.

Ярким примером может служить лесной фонд Республики Саха (Якутия), в котором почти половина территории относится к резервным лесам, и в котором самые большие зоны контроля. При использовании расчетной лесосеки менее 5% в лесном фонде Республики Саха (Якутия) происходит быстрое накопление перестойной древесины, которая, в свою очередь, служит очагом для вспышек вредителей и болезней леса. На V Лесопромышленном форуме Республики Саха (Якутия) «Современные технологии: Качество. Конкурентоспособность. Эффективность», прошедшем 31 мая 2023 г. в Арктическом государственном агротехнологическом университете (АГАТУ), Заместитель министра экологии, природопользования и лесного хозяйства Республики Саха (Якутия) А.Н. Коноплев, в докладе «Заготовка древесины в Республике Саха (Якутия)» отметил, что в ближайшие годы около 40% лесов республики перейдут в разряд перестойных. В такой ситуации обновлению лесов могут помочь только лесные пожары, как бы ни прискорбно это не звучало.

Светолюбивые хвойные древесные породы – сосна и лиственница достаточно хорошо возобновляются после лесных пожаров, включая катастрофические. И принцип «лес горит там, где его не рубят» срабатывает и без вины человека. Например, в уже упомянутой Республике Саха (Якутия) около

80% лесных пожаров не являются антропогенными, а возникают по естественным природным причинам, в основном, из-за сухих гроз.

Естественное пирогенное обновление лесов помогает в поддержании экологического баланса, и в поддержании процессов естественного роста хозяйственно ценных лесных насаждений.

В сибирских лесах – в Иркутской области, в Красноярском крае, можно наблюдать как ускоряется динамика развития лесной экосистемы после прохождения низового лесного пожара. Активно растут ягодные лесные кустарники, их плодами активно пользуется лесная фауна. Сгоревшая лесная подстилка, во многом состоящая из кислотной хвои (которая не только препятствует росту растений, но может также служить и источником грибных инфекций), служит прекрасным удобрением для активного роста древесных и недревесных растений.

Другое дело освоенные эксплуатационные и защитные леса. Лесные пожары в них приводят в большей степени к ущербу, не только, и не столько экологическому, сколько к материальному – сгорает ценный древесный ресурс на корню, а иногда и уже в штабелях, затрачиваются сотни миллионов рублей на тушение пожара, и восстановление лесных насаждений поле его воздействия. Причем на лесовосстановительные мероприятия средства тратятся подчас нерационально, без оглядки на потенциал естественных возобновительных способностей леса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы данной статьи получены путем анализа литературных источников и производственного опыта в области лесной пирологии и послепожарного лесовосстановления.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За последние 10-15 лет количество и площадь пожаров на территории Российской Федерации значительно увеличились, несмотря на предпринимаемые меры для совершенствования технологий и технических средств обнаружения и тушения лесных пожаров.

Лесные пожары в Российской Федерации являются большой проблемой. На их обнаружение и тушение затрачиваются очень большие средства, а ежегодный ущерб от них также исчисляется очень большими суммами, не считая трудно-вычисляемого в денежном выражении экологического ущерба, ущерба здоровью населения.

Иркутская область, является одной из крупнейших в стране по площади, расположенных на ее территории лесов (69,4 млн га) на землях лесного фонда и

отличается высокой лесистостью своих территорий (83,1%). Общий запас насаждений составляет более 8,87 млрд м³, в том числе запас спелых и перестойных насаждений – 4,9 млрд м³. Покрытые лесной растительностью земли занимают 62,7 млн га, что составляет 83,1 % от территории области. По этому показателю регион относится к числу наиболее многолесных среди субъектов Российской Федерации

Средний класс пожарной опасности Иркутской области составляет 2,8, что относится к высокой степени пожарной опасности.

Влияние лесных пожаров на существование и развитие лесных биогеоценозов имеет двоякое значение. Пожары оказывают влияние на жизненное состояние лесных насаждений, их продуктивность и восстановление. Это может быть как разрушающее, так и стимулирующее воздействие на лесные формации.

В работах большинства ученых приводится оценка особенностей послепожарного возобновления именно сосны в различных лесорастительных зонах и типах леса [1-3, и др.].

В условиях Иркутской области, относящейся к Приангарскому таежному району основным способ лесовосстановления – естественный. При естественном лесовосстановлении важным является сохранение в составе хвойных пород, предотвращение смены пород.

Анализ литературных источников показал, что при достаточно большом количестве материалов мало внимания уделено закономерностям протекания лесовосстановительных процессов в зависимости от вида пожара, а также моделированию процесса послепожарного лесовосстановления. Адекватная оценка процессов послепожарного лесовосстановления насаждений поможет прогнозировать дальнейшее формирование древостоев с заданными характеристиками, наиболее отвечающими потребностям лесного хозяйства.

В последние годы климат на Земле заметно меняется: одни страны страдают от аномальной жары, другие от слишком суровых и снежных зим, непривычных для этих мест. Экологи утверждают, что происходит глобальное изменение климата, включающее увеличение средней годовой температуры, вызывающей таяние ледников, и повышение уровня Мирового океана. Помимо потепления, происходит также разбалансировка всех природных систем, которая приводит к изменению режима выпадения осадков, температурным аномалиям и увеличению частоты экстремальных явлений, таких как ураганы, наводнения и засухи.

По данным ученых, средняя температура планеты оказалась на 1,02°C выше той, которую фиксировали в XIX веке (когда началось наблюдение за изменениями глобальной температуры). Более того, в Республике Саха (Якутия), за последние 50 лет средняя температура поднялась на 3°C, а в некоторых местах даже на 4°C.

В докладе генерального директора ООО «Изокон Рус» В.А. Шабанова «Полимерные дорожные плиты теория и практика применения», на уже упомянутом во введении V Лесопромышленном форуме Республики Саха (Якутия) «Современные технологии: Качество. Конкурентоспособность. Эффективность», были приведены достаточно информативные графики изменения средней температуры в Республике Саха (Якутия), г. Москве, и Центральной России (рисунки 1-3).

Также в его докладе было отмечено, что за 40 лет (1980-2020 гг.) период устойчивой зимней вывозки заготовленной древесины на Северо-Западе РФ сократился на 3 недели.

Пожары, в зависимости от ряда причин могут воздействовать на лес и окружающую среду по-разному. Это определяется, как степенью воздействия огня, так и природой леса. С одной стороны, сильные пожары негативно воздействуют на здоровье человека, уничтожают древостои, ухудшают санитарное состояние лесных биогеоценозов вызывают изменения физико-механических свойств почвы. С другой стороны, пожары способствуют возобновлению определенных хозяйственно-ценных пород, увеличивают биоразнообразие ландшафтов [1-7].

Выбросы от пожаров усиливают парниковый эффект. Сущность его заключается в том, что солнечные лучи, отражаясь от земли, трансформируются в длинноволновое тепловое излучение, которое задерживается парниковыми газами. В результате происходит повышение температуры воздуха.

Пожары могут вызывать изменение видового биоразнообразия, замещение одних организмов другими. Примерно треть пожаров в России приводят к смене типа растительности. Например, хорошо известно, что в определенных условиях на горях вместо погибшего от пожара хвойного леса появляется осина. В хозяйственном отношении эта древесная порода менее ценная, и часто даже не вывозится с лесосек [8, 9].

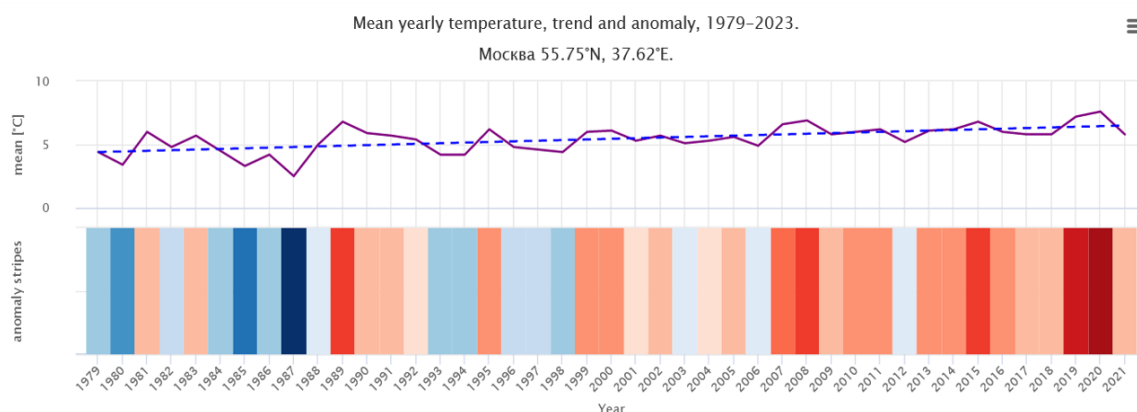


Рис. 1. Изменение средней температуры в г. Москва

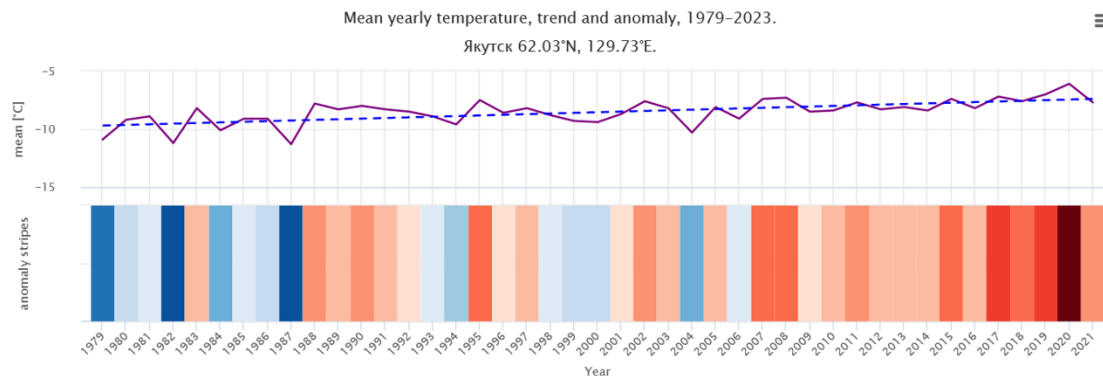


Рис. 2. Изменение средней температуры в г. Якутске

Пожары способны вызывать смену зоологического и микробного мира. Изменившаяся после пожара среда, на определенное время, становится непригодной для животных, живших там ранее.

Пожары могут влиять на заболачивание лесных территорий и повышать риск наводнений. Они способны вызывать эрозию почвы, способствовать образованию оползней и сползанию оттаявшей на склоне почвы по мерзлому нижнему слою вместе с растительным покровом.

Особенно этот процесс характерен для северных территорий и зон вечной мерзлоты. Последствиями лесных пожаров часто являются вспышки насекомых-вредителей и болезней леса, которые в первую очередь заселяют ослабленные огнем деревья.

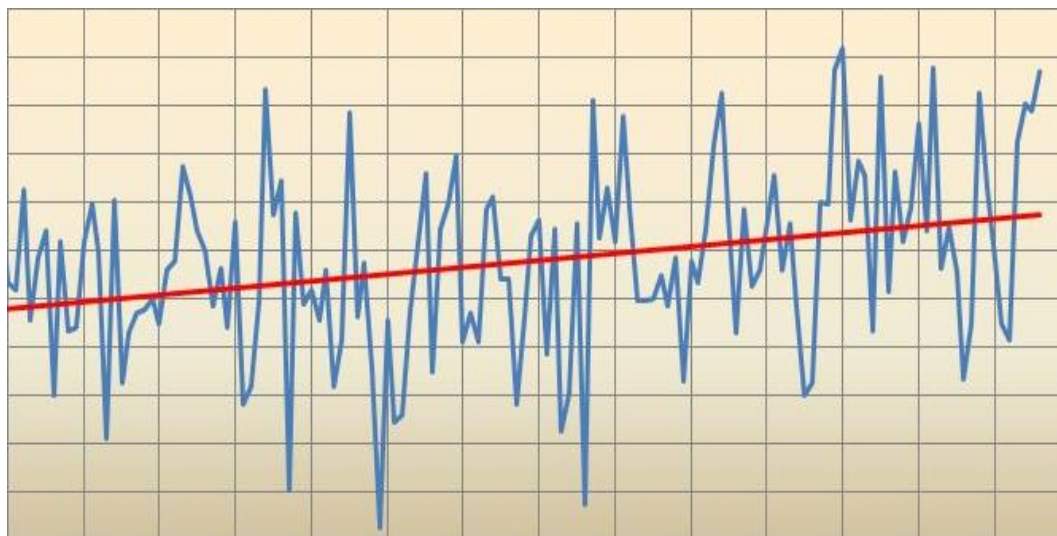


Рис. 3. Усредненный график по изменению температуры в центральном регионе РФ

Еще одна проблема, в которую лесные пожары вносят свой вклад — кислотные дожди. Во время горения образуются дым, сажа, другие вредные соединения. Взаимодействуя с влагой воздуха, они формируют кислотные осадки, которые негативно влияют на почву, растения, водоемы, в которые попадают.

Проблема задымления Арктики заключается в том, что частицы темного дыма оседают на морском льду, в результате чего он начинает поглощать больше солнечной энергии. Соответственно, это потенциально ускоряет таяние.

Животные больше всего страдают от лесных пожаров, даже низовых, когда выгорает лесная подстилка и основания деревьев. Если звери и не сгорят в огне, то могут задохнуться. А если даже выживут — кормиться на пожарище им нечем и придется мигрировать. Уйти от огня животное может лишь на ограниченное расстояние. Зачастую звери вообще не покидают территорию, на которой они жили. Правда надо отметить, что после низового пожара, в ряде типов леса, активно восстанавливаются и плодоносят ягодные кустарнички, появляются грибы, активно вырастает самосев лиственницы и сосны [10].

И.С. Мелехов [11, 12] предлагает классифицировать лесные пожары в связи со следующими моментами:

- 1) воздействием огня на составные части насаждения (лесного фитоценоза);
- 2) характером объекта пожара в целом;
- 3) повторяемостью пожара;
- 4) временем сезона и суток;
- 5) размерами охватываемой территории;
- 6) причинами возникновения пожара;
- 7) особенностями в характере послепожарных изменений и т.д.

Наибольшее значение имеет разделение пожаров, основанное на воздействии огня на составные части фитоценоза. С использованием этого принципа построена основная классификация лесных пожаров. В лесохозяйственной практике различают 3 вида пожаров: низовые, верховые и почвенные.

Низовые пожары характеризуются горением нижних ярусов растительности лесного биогеоценоза: подстилки, опада, живого напочвенного покрова (ЖНП). В зоне низового пожара сгорают кустарнички (брусника, черника, вереск и др.), подлесок и подрост. Выделяют 2 формы низовых пожаров: беглую и устойчивую. Беглые пожары характерны для весеннего периода, когда высыхает верхний слой мелких горючих материалов, а лесная подстилка еще влажная. Устойчивые низовые пожары происходят в условиях длительной засухи, когда высыхает не только опад, но и лесная подстилка, моховой покров.

Верховые пожары отличаются от низовых тем, что наряду с горением напочвенного покрова и лесной подстилки горят кроны деревьев. Различают устойчивые и беглые верховые пожары. При устойчивом пожаре горение крон деревьев, напочвенного покрова и подстилки происходит одновременно и при этом выделяется большое количество тепла. При беглом (вершинном) верховом пожаре огонь распространяется по кронам скачкообразно.

Почвенные (торфяные) пожары характеризуются беспламенным горением торфяного слоя почвы. При малой мощности горящего слоя (до 0,3 м) эти пожары называют подстилочно-гумусовыми.

Почвенные пожары характерны для второй половины лета, когда в результате длительной засухи верхний слой торфа просыхает до низкой влажности.

Воздействие пожаров на лесной биогеоценоз. «Идеи постоянного пользования лесом осуществляется через идею возобновления» Г.Ф. Морозов.

И.С. Мелехов [11, 12] считал термины «лесовозобновление» и «лесовосстановление» синонимами, т.е. под лесовозобновлением понимались все виды возобновления: естественное, искусственное, комбинированное. Обосновывая такой подход, он указывал, что процесс естественного лесовозобновления можно рассматривать как стихийный и как регулируемый лесоводами, т. е. как один из активных методов возобновления леса.

Лесовозобновление – это постоянно протекающий в лесных фитоценозах естественный биологический процесс, обеспечивающий их саморазвитие и устойчивое состояние на протяжении длительного времени. Однако при возникновении природных стихийных катастроф (пожары, насекомые, ветровалы и др.), а также сильных антропогенных прессов происходит нарушение естественного хода развития лесных сообществ, выражающееся в прерывании возрастных смен и возвращении их к восстановительным начальным сукцессиям [13-16].

Пожары – естественный экологический фактор в жизни леса. По мере развития цивилизации стал возрастать масштаб антропогенного влияния на природную среду. Участились и антропогенные пожары, причина возникновения которых – неосторожное обращение с огнем в лесу. Лесные пожары вызывают комплекс преобразований в почвах, растительности и фауне и изменяют облик биогеоценозов и целых ландшафтов.

Причинами пожаров могут служить как природные, так и антропогенные факторы. Причинами пожаров могут быть грозы, молнии, неосторожное обращение с огнем. Но надо понимать, что пожары - это явление необходимое и естественное для развития компонентов лесной экосистемы.

Одна из самых распространенных природных причин возникновения лесных пожаров является молния. Молния – это разряд электричества, который проявляется, когда накопленный заряд статического электричества превышает естественное сопротивление воздуха электрическому заряду. Сопротивление сухого воздуха достаточно большое, но когда в воздухе содержится водяной пар и концентрируется вода, напряжение 10 млн. вольт оказывается достаточно, чтоб возникла молния.

По времени, молния длится чрезвычайно малый промежуток времени – всего лишь тысячные доли секунды. Несмотря на это, по каналу молнии проходит большой ток, который разогревает канал до температуры 25-27 тысяч °С.

Ученые опытным путем установили, что ежегодно на каждые 2,5 км² площади земной поверхности приходится примерно десять попаданий молний. Подсчитано также, что на Земле ежегодно случается около 16 млн. гроз. Это означает 1800 гроз ежечасно или 100 огненных стрел, вспыхивающих каждую секунду. Вот и получается, что гроза – причина пожара.

Огромную опасность представляют сухие грозы. Они представляют собой кучево-дождевые облака с осадками, которые не долетают до земли, а испаряются. Сопровождается всё громом и мощнейшим электрическим разрядом, попадающим в деревья. А так как влаги нет, то возникает возгорание. В среднем 10% пожаров в России возникают от молний, а в Красноярском крае около 17% от общего количества пожаров.

На сплошных вырубках лесозаготовители часто оставляют отдельные высокие деревья, часто называемые «свечки». Это могут быть как будущие источники обсеменения вырубок, так и деревья, которые в силу своих размеров невозможно повалить лесозаготовительной машиной. Эти «свечки» являются своеобразными громоотводами. Молнии бьют в высокие деревья. Анализ лесопожарной статистики в Усть-Илимском районе Иркутской области показывает, что грозовые пожары возникают обычно либо на старых пожарищах, где сухостоины торчат в небо пиками, либо на вырубках, где оставлены вот эти «свечки». Молния попадает в дерево, а на земле под ним прошлогодняя сухая трава, которая без естественного затенения растет очень быстро. Кроме сухой травы, ещё и хвойный молодняк, и залежи сухого валежника, сучьев, и обломки стволов, нередко вершинник, собранный или не собранный в кучи. Под солнцем да на ветерке всё это очень быстро просыхает, будто специально подготовленный гигантский костёр, ждущий спички или хотя бы искорки.

В лес такой пожар проникает не искорками и слабыми язычками пламени. Он врывается обширным фронтом, огненной стеной. Если вдоль стенки живого леса на границах вырубок и гарей уже подрос хвойный молодняк – а он там вырастает всегда раньше, чем в центре. По хвое молодых сосёнок фронт огня как по лестнице мгновенно поднимается вверх, в кроны деревьев. Верховой пожар – это полное уничтожение всего живого.

Пожары в живом лесном массиве тоже возникают, но реже, чем на открытом, продуваемом пространстве. И ещё реже они набирают катастрофическую мощь. Дело в том, что в живом лесу под деревьями часто растёт мох, сохраняющий влагу. Там, как правило, нет высокой сухой травы.

И лесная подстилка под пологом крон, в тени и безветрии, дольше сохраняет влагу. И поэтому пожар, если он всё-таки начался, распространяется и набирает силу не так быстро, не так интенсивно.

Поэтому, как только проходит грозовой фронт необходимо сразу поднимать в небо лётчика-наблюдателя. Так как, чем быстрее обнаружится загорание, тем быстрее туда можно будет доставить людей и технику. Если загорание выявлено вовремя, то с пожаром можно справиться малыми силами. Но это касается нормального, здорового, средневозрастного лесного массива. Хуже, когда молния попадает в массив старого, перестойного леса, где есть сухостоины, валежник. Пожар – это своего рода волк. Он «видит», что лес уже подвержен болезням. «Видит», что он перестойный, старый. Ему есть чем здесь поживиться, подкормиться. Естественные пожары, возникающие от гроз, тем и похожи на волка, что в первую очередь уничтожают старые и больные массивы. Леса, находящиеся в полной силе и здравии, они трогают много реже.

Грозные пожары для Иркутской области – большая проблема. Их трудно прогнозировать и тушить. Однако необходимо разрабатывать методики, которые позволяли бы прогнозировать возникновение сухих гроз и молний. Появление молний определяется погодными условиями. Исследования подтверждают, что в 53% случаев разряды молний регистрировались при 1– 2 классах пожарной опасности по условиям погоды. Наибольшее число зарегистрированных разрядов пришлось на 2 и 3 классы пожарной опасности (67%). На 4 и 5 классы пришлось всего 7% разрядов.

Пожары способны вызывать глобальные изменения не только в отдельных биогеоценозах, но и в целых ландшафтах. Пожары являются неотъемлемой частью круговорота веществ и энергии на Земле [15, 17-27]. Во многих случаях нахождение обширных сосновых лесов в Западной и Восточной Сибири на местах бывшей темнохвойной тайги многие исследователи объясняют влиянием глобальных пожаров в недавнее геологическое время [28-33].

Одним из первых среди отечественных лесоводов, кто обратил внимание на значение пожаров в жизни лесов, в определенной мере вскрыл и дал научный анализ роли огня как фактора возобновления леса и смены пород в таежных лесах, а также наметил некоторые пути его регулирования и практического использования, является М.Е. Ткаченко [34]. Он отмечал, что огонь занимал и занимает исключительно важное место в многовековой истории формирования лесов малонаселенных таежных районов, где, с одной стороны, они гибнут после пожаров, а с другой – после них происходит обновление состава сообществ. По представлениям М.Е. Ткаченко, смена пород в результате пожаров от молний позволяла насаждениям использовать запасы питательных веществ из разных почвенных горизонтов, что обеспечивало многовековое существование лесов на

одних и тех же площадях. М.Е. Ткаченко указывал, что огонь в лесу необходимо рассматривать как естественно - исторический фактор, и призывал изучать всю глубину и сущность влияния его на таежные сообщества.

Несмотря на широкомасштабные исследования пожаров и их последствий, отсутствуют данные о пожарах в голоцене. Такие данные позволили бы оценить влияние их на формирование современных ландшафтов, получить представление о закономерностях естественных пожарных режимов и роли пирогенного фактора в динамике таежных экосистем в голоцене [35-44].

Для оценки роли пожаров в жизни лесных экосистем необходимы всесторонние исследования, которые включали в себя изучение влияние пожаров на почву, почвенные микроорганизмы, живой напочвенный покров, животных и насекомых. Такие исследования необходимо проводить в различных климатических зонах, разных типах леса и видах пожаров. Накопленный таким образом материал может лечь в основу моделей, которые помогут спрогнозировать, каким образом будет идти восстановление лесной экосистемы, сколько на это потребуется времени, насаждение с какими характеристиками будет сформировано.

В настоящее время существуют модели по прогнозированию возникновения пожаров. Однако недостаточно внимания уделяется последствиям пожаров на лесную экосистему. А именно, как дальше пойдет развитие и какие мероприятия необходимы, чтобы смягчить зачастую катастрофические последствия пожаров.

Влияние пожаров на почву. Влияние пожаров на физико-химические свойства почв зависит от интенсивности пожара, его продолжительности и от типа леса. В различных лесорастительных условиях влияние пожаров будет различаться. Так, например, в кисличных и травяных типах леса, низовой пожар будет уничтожать верхний плохо перегнивший слой подстилки, а также часть живого напочвенного покрова. А это, в свою очередь, будет способствовать попаданию семян хвойных пород на минерализованную часть почвы и способствовать их прорастанию. В сухих типах леса пожары будут уничтожать и так небольшой плодородный горизонт, который формируется под лишайниками. Это приведет к еще большему иссушению почвы и ее истощению. Также пожары сильной интенсивности могут привести к такому негативному явлению, как спекание почвенных частиц, что будет задерживать появление не только подроста, но и ЖНП. В сырых и влажных типах леса негативное влияние пожаров будет меньше, чем в сухих и очень сухих типах леса.

Как известно большинство лесных почв имеют кислую реакцию среды. При сгорании органического вещества образуется зола богатая кальцием, магнием, калием, фосфором. Это способствует снижению кислотности почвы и развитию бактериальной флоры.

Матвеев П.М. [45] отмечает, что при прогорании подстилки теряется такое важное для растений химическое вещество, как азот. Но, с другой стороны, органическое вещество, которое медленно разлагается при пожаре, высвобождается в больших количествах, причем в доступной для питания растений форме. Также после пожара увеличивается активность бактерий, которые способны увеличить плодородие почвы. При низовом беглом пожаре температура почвы повышается незначительно и не может негативно влиять на характеристики почвы. С другой стороны пожары могут негативно влиять на леса, которые расположены на мерзлотных почвах и в горных лесах. На мерзлотных почвах пожары средней и сильной степени интенсивности могут приводить к заболачиванию и еще большему закислению почвы. А также вызывать такое явление как термокарст. В горных лесах пожары приводят к эрозии почвы и образованию гольцов.

Влияние пожаров на подлесок и живой напочвенный покров. Вне зависимости от вида пожара он, прежде всего, оказывает влияние на нижние ярусы растительности, представленные травянистыми видами, мхами, кустарничками и кустарниками.

В определенных типах лесах, таких как лишайниковый, вересковый и другие именно ЖНП, в определенных условиях способствует распространению огня. Как отмечает Мелехов, наиболее пожароопасными являются кустистые лишайники – *Cladonia alpestris*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia sylvatica*, некоторые зеленые мхи – *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi*, вереск - *Calluna vulgaris*.

Особенно опасными с точки зрения распространения огня являются злаки, которые быстро высыхают и располагаются куртинами, например *Calamagrostis*, *Poa*, *Argostis*.

С другой стороны, можно выделить растения, которые, наоборот, будут препятствовать распространению огня, например сфагнум (*Sphagnum*), кукушкин лен (*Polytrichum commune*).

По наблюдениям П.П. Серебренникова и В.В. Матренинского [46] из-за того, что листья толокнянки достаточно кожистые она может противостоять даже сильным низовым пожарам, а Мелехов к таким видам относит бруснику. Также к растениям, которые достаточно хорошо противостоят огню, относятся растения травяных типов леса, например гравилат речной, лесной купырь, купальница.

Восстановление травяно-кустарничкового яруса начинается с заселения пионерных видов (*Chamerionan gustifolium*, *Calamagrostis langsdorffiana* и др. видов злаков) со временем добавляются разнотравье [47, 48].

Так как пожары не всегда приводят к полному уничтожению травянистой растительности, то растения, способные размножаться вегетативно начинают активно восстанавливаться. Лесные виды, такие как *Vaccinium vitis-idaea*, *V.*

uliginosum, Ledumpalustre, появляются уже на начальных стадиях сукцессии, так как они быстро размножаются вегетативным путем.

Есть растения, для появления которых необходимо воздействие огня. Очень хорошо восстанавливается на гарях иван-чай, вейник, малина, вереск.

Восстановление мохово-лишайникового покрова начинается, как и в большинстве гарей, с появлением *Marchantia polymorpha* и *Ceratodon purpureus*. При этом первого больше на сырых участках, а второго на более сухих и средневлажных местопроизрастаниях. Уже на кустарниковой стадии они быстро вытесняются другими видами. *Aulacomnium turgidum* появляется пятнами уже на начальных стадиях. Лесные мхи и лишайники появляются уже к 10-15 годам после пожара. Причем в зеленомошных лиственничниках больше гигрофильных мхов рода *Aulacomnium*, *Polytrichum*, в брусничных лиственничниках – мхов из рода *Pleurozium*, *Hylocomium*, *Dicranum*.

В вопросе влияния пожаров на живой напочвенный покров есть несколько важных моментов. С одной стороны живой напочвенный покров может способствовать или препятствовать распространению огня, с другой стороны важно понимать, как идет восстановление растительности после пожаров. Этот вопрос был подробно рассмотрен Мелеховым, что привело к созданию динамической классификации вырубок. В этой классификации показано как идет восстановление живого напочвенного покрова после воздействия огня. Но, в первую очередь, эта классификация рассматривает трансформацию типов леса после вырубок и после вырубок и сплошного пала. Но классификации восстановления и трансформации разных типов леса после пожаров различной степени интенсивности пока нет. А ведь именно процесс восстановления ЖНП будет, в том числе определять и дальнейшее направление восстановления леса в каждом конкретном случае. Важно понимать, как пойдет процесс лесовосстановления и что надо предпринять, чтобы ускорить этот процесс, чтобы направить его в нужное русло.

Влияние пожаров на древостой. Большая часть исследователей сходится во мнении, что пожары губительно действуют на древостой. Даже при низовых пожарах многие деревья повреждаются и в дальнейшем погибают. Различают 5 степеней повреждения деревьев пожарами, различного вида и степени интенсивности [31, 33].

Повреждение деревьев огнем зависит от вида пожара, состава древостоя, типа леса, типа условий местопроизрастания. И.С. Мелехов (1948) описал повреждения сосны. В том числе типы повреждений, влияние на прирост древесины, на строение годичных колец, на динамику зарастания пожарных повреждений.

Многочисленные работы посвящены оценки влияния пожаров на разные виды древесных пород. Самыми устойчивыми породами являются сосна и лиственница и наоборот самыми повреждаемыми ель и пихта. Причинами такого положения выступают толстая кора, достаточно глубокая корневая система и высокоподнятая крона сосны и лиственницы [36-45].

Данный вопрос рассматривается с той точки зрения, что оставшиеся после прохождения пожара деревья будут служить обсеменителями на гарях. И здесь важно понимать какое количество деревьев относится к той или иной категории повреждения, чтобы в дальнейшем или оставить эти деревья в качестве семенников или убрать, чтобы они не ухудшали санитарное состояние данной территории. Правилами заготовки древесины [49] определено количество семенных деревьев, оставляемых после вырубki в количестве 20 штук на 1 га. После пожара надо будет определять дальнейшую судьбу оставшегося древостоя и здесь важно определить, сколько оставить деревьев для дальнейшего естественного лесовосстановления. Важным моментом будет являться породный состав древостоя до пожара и тип леса. Если это был, например, сосняк брусничный, то есть большая вероятность, что после пожара успешно будет восстанавливаться сосна, а не ель. И это будет положительная динамика, так как чаще всего в таком типе леса под пологом светолюбивой сосны активно идет появление подроста ели. При пожаре подрост ели погибнет, а взрослая сосна не пострадает.

Не все деревья погибают под воздействием огня. У части из них наблюдаются огневые раны, которые в дальнейшем, в зависимости от глубины и размера поражения приводят к гибели деревьев, а небольшие повреждения постепенно затягиваются. Основными повреждениями деревьев, по мнению И.С. Мелехова являются ожог ствола, корней и коры. При низовых пожарах массовый вид поражения – обгорание коры в нижней части и поранение камбия. Поранение камбия в качестве основной причины гибели деревьев считают и другие исследователи. Восстановление пораженных деревьев занимает от 2 до 200 лет. Береза, ель и пихта относятся к породам с тонкой корой и поверхностной корневой системой. Даже после низовых пожаров такие древостои полностью разрушаются или превращаются в редины. В сосновых древостоях с елью и березой происходит смена состава насаждения. Ель и береза после повреждения огнем усыхают, и насаждение может превратиться в чистый сосняк [50, 51].

Сосна и лиственница, как породы светолюбивые, имеют толстую кору. У них глубокая и мощная корневая система. Все это делает их устойчивыми к пожарам, и позволяют конкурировать с елью. На территориях, которые редко подвергаются воздействиям пожаров, площадь сосновых насаждений сокращается, при этом увеличивается доля еловых и елово-лиственничных

древостоях. В процессе своего эволюционного развития сосна и лиственница приспособились выживать при низовых пожарах и активно возобновляться.

Преобладание лиственничных лесов в экосистемах бореальной зоны Северо-востока РВ определенных типах леса лиственница не может возобновляться без предварительного повреждения лесной подстилки огнем.

В.Н. Коновалов и Б.А. Семенов [52] отмечают, что в северо-таежных сосняках лишайниковых, после пожара «условно здоровые деревья в послепожарный период активизируют физиологические процессы, что ведет к увеличению прироста по диаметру в среднем на 20–25% при повреждении ствола огнем процессы обмена веществ у сосны и лиственницы нарушаются и не восстанавливаются даже через 8 лет после пожара».

По мнению Водолажского, Курьянова и других [53, 54] пожары вызывают поражение древесины лиственных пород. Даже низовой пожар вызывает поражение луба и как следствие появление заболонных грибных окрасок.

Влияние пожаров на возобновление леса. Влияние пожаров на лесообразующий процесс давно является предметом изучения специалистов [Валендик, 1996]. Широкий круг аспектов этого влияния на восстановление лесов, в том числе сосновых, приведен в монографии В.В. Фуряева [1996]. Им проанализирован весь комплекс изменения экологических условий с позиций последующего лесовосстановления. Другие исследователи отмечали полное уничтожение огнем травяного покрова, древесного яруса, что обуславливает повышение освещенности в горях [Сапожников, 1976], увеличивает проникновение осадков в почву, изменяет температурный режим почвы и приземного слоя воздуха [Фуряев, 1976], влияет на соленакопление в почвах и направленность почвообразовательного процесса [55, 56], приводит к перераспределению поверхностного и внутрипочвенного стока. В зарубежных источниках отмечается тот факт, что на больше площадных горях уменьшается проточность и возрастает аллювиальность, продолжительность подтопления грунтовыми водами. По наблюдениям С.Н. Санникова [1973], наиболее заметным последствием пожаров является увеличение увлажнения подстилки. Это благоприятно сказывается на прорастании семян хвойных пород. В.В. Фуряев [1996] считает, что в случае пожара с большой интенсивностью горения в природных комплексах с сухими экотопами на бедных песчаных почвах резко уменьшается влажность даже локально сохранившихся участков с подстилкой.

По авторитетному мнению М. Е. Ткаченко, «пожары являются частью программы природы, выполнение которой обеспечивает сохранение сосны как растительного вида на земле» [М.Е. Ткаченко, 1923]. В.Н. Сукачев писал, что «сосна занимает свои позиции на севере только благодаря пожарам. В противном случае ель вытеснила бы сосну уже несколько тысячелетий назад» [57].

Успешность естественного лесовозобновления гарей зависит от целого комплекса эколого-лесоводственных факторов, присущих лесным фитоценозам до пожара и формирующихся на гарях после пожаров разной интенсивности, из них определяющие – степень прогорания органического субстрата; сохранность и размещение семенников [Санников, 1981], т.е. степень разрушения древесного яруса. Другой, не менее важный фактор - условия микросреды для самосева, формирующиеся на начальном этапе. Поэтому по лесовозобновлению на гарях исследователями изучались определяющие лесовосстановление вопросы: воздействие пожара на компоненты леса (древостой, ЖНП, почву); динамика послепожарного формирования травяного покрова и типов гарей; восстановление древесного яруса.

Работ по исследованию воздействия пожаров на древесный ярус достаточно много, более широко этот вопрос рассмотрен И.С. Мелеховым [1948], А.А. Молчановым [58], А.А. Корчагиным [1954], Э.Н. Валендиком, П.М. Матвеевым, М.А. Софроновым, Цветковым и др. [59-63]. Степень деструктивного воздействия огня на древостой зависит от пожара и природы лесного биоценоза. Наибольшие разрушения вносят сильные верховые пожары, они губят всю лесную растительность. По классификации Мелехова [1948], от верховых пожаров образуются «гари с уничтоженным древостоем» (обезлесенные площади со сплошными зарослями иван-чая или вейника). На них происходит смена всей растительности. Низовые пожары оказывают более слабое влияние на древостой, они в основном уничтожают нижние ярусы – травяной покров, подлесок, подрост [Корчагин, 1954]. От низовых пожаров в основном образуются гари с частично поврежденными древостоями. В зависимости от интенсивности пожара, структуры и типа леса, число сохранившихся деревьев может быть от менее 10 до более 90%. Основными факторами, влияющими на степень повреждения, являются захламленность, ветер, строение, полнота, возраст и тип лесонасаждений [Молчанов, 1934, Молчанов, 1954; и др.].

Оценивая воздействие огня на древостой в разных типах леса, П.Г. Масленков, Ю.А. Михалев [64, 65] отмечали следующее. В травяных типах леса после слабых низовых пожаров повреждение взрослых деревьев незначительно, почти полностью уничтожается подрост и тонкомер хвойных, но сохраняется верхний горизонт почвы с корневищами и семенами трав, на котором интенсивно разрастается травяной покров и поросль лиственных. В зеленомошных типах леса, при тех же пожарах, мохово-травяной покров почти полностью сгорает, почва минерализуется. В урожайные годы происходит массовое появление хвойного самосева.

При сильных пожарах древостои почти полностью гибнут. Возобновление зависит от источников обсеменения, без них даже в зеленомошных типах

возобновления нет многие годы. Взрослые и толстые деревья повреждаются меньше [Корчагин, 1954], и количество отпада деревьев находится в прямой зависимости от их диаметра.

Основными повреждениями деревьев, по исследованиям И.С. Мелехова [1948], являются ожог ствола, корней и кроны. При низовых пожарах массовый вид поранения – обгорание коры в нижней части и поранение камбия.

На лесовозобновление гарей важное значение оказывает число деревьев, оставшихся живыми в древостое, или полнота. Оно отражается на количестве самосева и характере его распределения, которые определяются конкуренцией между самосевом и оставшимися взрослыми деревьями и травостоем, формирующимся на гарях. По исследованиям С.Н. Санникова, Н.С. Санниковой [1985], почти во всех типах леса с увеличением индекса корневой конкуренции дерева прирост подроста в высоту быстро падает. Кроме того, влияние количества сохранившихся деревьев на появление самосева зависит от типа леса. По данным А.А. Корчагина [1954], лучшие условия для возобновления сосны имеются во влажных типах при полноте 0,5–0,6. При большей изреженности развиваются заросли злаков, заглушающие всходы древесных растений. Влияние густоты деревьев и пожаров на количество самосева отмечали и зарубежные ученые – в разреженных насаждениях приживаемость больше и сеянцы лучше [66, 67].

Возобновление леса на гарях во многом зависит от ЖНП, формирующегося в послепожарный период. Динамика развития и характер ЖНП гарей в основном определяются интенсивностью, давностью пожара и лесорастительными условиями. В зависимости от интенсивности воздействия огня на напочвенный покров, образуются разные условия для поселения самосева. При достаточно полном выгорании покрова создаются идеальные условия. При «пережогах» во влажных и сырых лесорастительных условиях – условия для самосева неблагоприятны [Мелехов, 1959; Санников, 1981].

При сильных верховых, а иногда и низовых пожарах, когда образуются гари с уничтоженным или почти уничтоженным древостоем, изменения в формирующемся ЖНП существенны [Мелехов, 1948; Корчагин, 1954]. Происходит почти полное выгорание корней кустарников и корневищ трав. Восстановление кустарникового яруса происходит семенным путем и растягивается на многие годы. Травяной покров сначала формируется из временно обильно обитающих на гарях видов, легко расселяющихся семенами – иван-чай и вереск [Корчагин, 1954].

Успешное естественное возобновление хвойных на гарях, по данным многих исследователей, возможно лишь при определенных условиях, основными из которых являются наличие обсеменителей и семян в почве; достаточно сильное прогорание подстилки (минерализация почвы); соответствующий тип

лесорастительных условий. Так, П.И. Чудников [68], исследуя возобновление на обширных гарях сосновых боров Урала, выявил, что на участках, где нет семенников, гари не имеют возобновления. Они превращаются в пустыри, покрытые вейником и кипреем, на более богатых почвах разнообразие трав больше. При слабом прогорании и быстром задернении, а также при семенниках низкого качества возобновления тоже нет.

Зависимость возобновления от степени прогорания и лесорастительных условий показана А.А. Молчановым [1934]. По его данным, с усилением степени прогорания в сосняках лишайниковых возобновление уменьшается, а в сосняках брусничных и черничных увеличивается в 10–20 раз по сравнению с контролем. В другой работе, Молчанов, Шиманюк [69], отмечается, что на вырубках, пройденных огнем, возобновление хорошее при наличии 10–15 штук семенников на 1 га.

В ряде работ сообщаются данные об интенсивности возобновления за счет обсеменения от стен леса. По данным С.Н. Санникова [13], от стен леса высотой 23–26 и 27–32 м обеспечивается достаточное возобновление на вырубках шириной соответственно до 120 и 140 м. В другом источнике [70] зона интенсивного обсеменения – до 2,5 км от стены леса. Сведения о зависимости естественного возобновления от интенсивности выгорания субстрата и семенников содержатся еще во многих источниках [13, 14, 19, 71-75].

Таким образом, к настоящему времени в научной литературе по лесообразовательному процессу сформировалось мнение о том, что определяющими для естественного лесовозобновления на гарях являются лесорастительные условия; степень выгорания напочвенного субстрата; наличие обсеменителей и семян.

Другим важным аспектом является послепожарное восстановление древесного яруса на разных гарях, которым в зависимости от условий обсеменения и выгорания присущи различные эколого–динамические ряды естественного восстановления и развития биоценозов [14]. В обобщенном виде это сводится к рассмотрению лесовозобновления на двух основных видах гарей: с погибшим древостоем и с сохранившимся древостоем.

В лесах Сибирского региона каждый год возникает большое количество пожаров, особенно в светлохвойных насаждениях. Влияние лесных пожаров на существование и развитие лесных биогеоценозов имеет двойное значение. Пожары оказывают влияние на жизненное состояние лесных насаждений, их продуктивность и восстановление. Это может быть как разрушающее, так и стимулирующее воздействие на лесные формации [11-16, 23-27].

В работах большинства ученых приводится оценка особенностей возобновления именно сосны в различных лесорастительных зонах и типах леса [14, 76-83].

В основном положительное влияние пожаров на лесовосстановление хвойных пород проявляется в насаждениях с участием сосны и лиственницы. За счет того, что происходит прогорание подстилки, и уничтожение травяного покрова происходит улучшение свойств почвы, снижение конкуренции со стороны травяного и мохового покрова (Санников, 1992; Цветков, 1996; Буряк и др., 2003). Такое положительное влияние продолжается в течении до 5 лет после пожара.

Как отмечает С.Н. Санников [17] в течение 2-4 лет после пожара в верхнем слое почвы сосняков зеленомошного типа леса наблюдается увеличение содержания зольных элементов, минеральных форм азота, а также обилия и активности микрофлоры и гумусообразующих бактерий.

Денисов считает, что управление лесовосстановлением на гарях должно базироваться на хорошем знании закономерностей естественного возобновления в разных типах лесорастительных условий, но в первую очередь, брусничных и лишайниковых, которые чаще всего подвержены пожарам. Он также отмечает, что некоторая примесь лиственных пород оправдана с точки зрения снижения пожароопасной ситуации и должна строго контролироваться.

По мнению С.Н. Санникова [17] установлена довольно четкая связь (коэффициент корреляции 0,77) между появлением подроста и средней глубиной прогорания ЛГМ. Их исследования показали, что наиболее успешно идет возобновление сосняков после пожаров сильной интенсивности. После пожаров слабой и средней степени интенсивности возобновление растягивается на более длительный срок.

К аналогичным выводам приходят и другие исследователи, Матвеев и Матвеева утверждают, что сильное горение, в значительной мере разрушающее естественную структуру первичной ассоциации, способствует устранению эффектов конкуренции, насаждение переходит в состояние открытости. Так как огонь уничтожает напочвенный покров, то создаются условия для прорастания семян и укоренения всходов. А еще ослабляется конкуренция между материнским древостоем и появляющимся подростом.

По исследованию Л.П. Лыткиной естественное возобновление лиственницы в послепожарных сообществах идет успешнее [81-92], чем под пологом леса. Всходы и подрост характеризуются как здоровые, доля ослабленных и усыхающих деревьев увеличивается по сукцессионному времени. Жизненное состояние послепожарных ценопопуляций лиственницы по сравнению с ценопопуляциями под пологом леса более качественное, здоровое.

Огромное влияние на подрост оказывает материнский древостой. По мнению ряда исследователей, которые проводили свои изыскания в разных географических условиях, типах леса, влияние материнского древостоя проявляется в основном в конкуренции за элементы почвенного питания и как считает Бузыкин [93-95] большое значение в возобновительных процессах под пологом древостоев, а также сменах поколений таежных лесов имеют низовые пожары. Их влияние проявляется одной стороны в том, что уничтожается уже имеющийся подрост и древостой, с другой стороны минерализуется поверхность почвы, высвобождая зольные элементы и азот.

Ивановой и др. [96, 97] было выявлено негативное воздействие опада сосны на ее всходы, обусловленное ингибирующим воздействием хвои. При низовых пожарах хвоя почти полностью сгорает и создаются благоприятные условия для появления всходов и самосева сосны.

В монографии П.А. Тимофеева [98] отмечено, что восстановление лесной растительности со сменой пород занимает очень большой промежуток времени, «иногда лесохозяйственный оборот увеличивается 1-2 поколения мелколиственных древостоев». Выявлено, что при неблагоприятных условиях лесовосстановительный процесс «как бы приостанавливается и может находиться на этой стадии до 100 лет и более». Определено, что лесохозяйственный оборот, в течении которого восстанавливается спелый лес на вырубках и гарях, составляет 120-140 лет в Южной, 140-180 лет в Центральной и более 180 лет в Северной Якутии.

Статья Исаева и др. [99] посвящена лесным пожарам в окрестностях г. Якутска в лиственничнике брусничном. Даты лесных пожаров определены с 1782 г. Исследования проведены на основе того факта, что наличие на стволах пожарных подсушин позволяет установить время пожара с точностью до одного-двух лет. Известно, что огонь повреждает дерево только с наветренной стороны, поэтому радиальные кольца ствола с другой стороны продолжает расти дальше и след пожаров становятся хорошо видны на срезе дерева. Анализ огневых поранений на стволах деревьев дает возможность установить историю лесных пожаров на протяжении сотен лет.

При небольших низовых пожарах сгорает лишь верхняя часть лесного покрова: сухие ветки, листья, трава. Большая часть леса при таком пожаре остается нетронутой. Но во время крупного пожара, как правило, сгорает все, что может сгореть. В Северной Америке есть дерево, которому пожары не только не вредят, но даже идут на пользу. Это секвойи. Секвойи — однодомные хвойные деревья. Они любят влажный воздух, поэтому растут в США вдоль побережья Тихого океана. Там морской ветер и туманы дают ей необходимую для жизни влагу, без которой секвойи не смогли бы вырасти такими высокими.

В лесах Калифорнии часто случаются пожары, но секвойям они совсем не угрожают, так как у секвойи мягкая и толстая кора, которая впитывает и запасает влагу из воздуха. Благодаря тому, что кора секвойи всегда влажная, во время пожаров обгорает лишь верхний слой. Остальная часть дерева остается целой и продолжает расти. Такая особенность не только позволяет секвойям жить дольше и расти выше, но и помогает им размножаться.

Несмотря на огромный рост взрослых деревьев, семена секвойи небольшие, размером с крупинку. Им сложно прорасти через слой опавшей хвои, веток и листьев, поэтому шишки секвойи раскрываются и выбрасывают семена только после пожаров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проанализированных источников можно утверждать, что изучение естественного лесовосстановления после пожаров является актуальной темой для исследований. До сих пор существует ряд моментов, которые недостаточно изучены. Это такие вопросы, как влияние интенсивности пожара на лесовосстановление в различных типах леса; использование контролируемого (управляемого) огня в лесном хозяйстве; составление моделей для прогнозирования развития насаждения из подроста, появившегося после пожаров.

- Пожары остаются одной из главных проблем лесного хозяйства.
- Пожары оказывают влияние на все компоненты лесного биогеоценоза.

Воздействие пожаров на лес имеет как отрицательное, так и положительное влияние.

- Успешность естественного лесовосстановления зависит от состава насаждения, типа леса, интенсивности и вида пожара.

- Естественное лесовосстановление после пожаров различной степени интенсивности необходимо изучать, анализировать, составлять математические модели развития насаждения в пространстве и во времени. Необходимо увязывать проведенные исследования с лесорастительными зонами и лесными районами.

- Накопив определенный материал, имеется необходимость составлять прогнозные модели развития насаждения из подроста естественного лесовосстановления. Такие модели позволят вовремя планировать и осуществлять мероприятия по уходу за подростом, с целью исключения смены пород. Также это поможет оптимизировать затраты на лесовосстановление.

- Возникновение пожаров обусловлено в том числе и климатическими особенностями территории, не для всех регионов установлены закономерности по влиянию огня на компоненты лесного биогеоценоза. В меняющихся погодных условиях становится актуальным выявление региональных особенностей

естественного лесовосстановления после пожаров различной степени интенсивности.

Литература

1. Иванова Г. А., Конард С. Г., Макрае Д. Д. и др. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаежных сосняков Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2014. - 232 с.
2. Иванова Г. А., Перевозникова В. Д. Послепожарное формирование живого напочвенного покрова в сосняках Среднего Приангарья // Сиб. экол. журн. 1996. Т. III. № 1. С. 109–116.
3. Ковалева Н. М., Иванова Г. А. Восстановление живого напочвенного покрова на начальной стадии пирогенной сукцессии // Сиб. экол. журн. 2013. № 2. С. 203-213.
4. Перевозникова, В. Д. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосняках после контролируемых выжиганий /В. Д. Перевозникова, Г. А. Иванова В. А. Иванов, Н. М. Ковалева, С. Г. Конард // Сиб. экол. журн. - 2005. - № 1. - С. 135-141.
5. De Bano, L. F., Neary D. G., Ffolliott P. F., 1998. Fire's effects on ecosystems. New York: John Wiley and Sons. - 333 pp.
6. Granström A., 2001. Fire management for biodiversity in the European boreal forest // Scand. J. For. Res. Suppl. № 3. P. 62-69.
7. Neshatayev V. Yu. Vegetation mapping and forest succession after fires in the Lapland State Reserve at the Kola Peninsula // Phytocoenosis. – 1991. – Vol. 3. Supplementum Cartographiae geobotanicae. № 2. P. 361–364.
8. Бахтин А.А. Формирование лиственно-еловых древостоев на гарях Архангельской области // Флора Севера и растительные ресурсы европейской части СССР. Архангельск, 1997. С. 81–83.
9. Ильичев Ю. Н., Бушков Н. Т., 2002. Динамика естественного лесовозобновления гарей в мшисто-ягодных и разнотравных сосняках // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы. Барнаул: Изд-во АГУ. С. 29-31.
10. Безкорвайная И.Н., Иванова Г.А., Тарасов П.А., Богородская А.В. Пирогенная трансформация почв сосняков средней тайги Красноярского края // Сибирский экологический журнал. 2005. № 1. С. 143–152.
11. Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Гослестехиздат, 1948. - 127 с.
12. Мелехов И.С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск, 1947. - 60 с.
13. Санников С. Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов // Экология. 1981. № 6. С. 23–33.
14. Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. - 264 с.
15. Санников С. Н., Санникова Н.С. Эволюционные аспекты пироэкологии светлохвойных видов // Лесоведение. 2009. № 3. С. 3–10.
16. Санникова Н. С., Петрова И. В. Очерки по теории лесной популяционной биологии / Отв. ред. В.Н. Большаков. Екатеринбург: УрО РАН. Бот. сад, 2012. 277 с.
17. Абаимов А.П., Прокушкин С.Г., Зырянова О.А., Каназава Ю., Такахаша К. Экологическая и лесообразующая роль пожаров в криолитозоне Сибири // Лесоведение. 2001. № 5. С. 50-59.
18. Аларин Б. Ф. Почвоведение: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.–255 с.

19. Бакшеева Е. О., Матвеев А. М., Матвеев П. М., Селин Д. А. Влияние низовых пожаров на возобновление в среднетаежных лиственничниках Красноярского края / Науч. ред. П. М. Матвеев. Красноярск: СибГТУ, 2003. - 192 с.
20. Басевич В. Ф., Дмитриев Е. А. Влияние вывалов деревьев на почвенный покров // Почвоведение. 1979. № 9. С. 134–142.
21. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1970.
22. Курбатский Н. П. О механизме возникновения лесных пожаров от молний // Лесоведение. 1976. № 3. С. 95–98.
23. Фуряев В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1996. - 253 с.
24. Фуряев В. В., Киреев Д. М. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. Новосибирск: Наука, 1979. 160 с.
25. Фуряев В. В., Заблоцкий В. И., Черных В. А. Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. - 160 с.
26. Фуряев В. В., Самсоненко С. Д., Фуряев И. В., Шубин Д. А. Пожароустойчивость лесов юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2014. - 157 с.
27. Фуряев В.В. Роль пожаров в формировании лесов южной тайги Средне-Сибирского плоскогорья // Пожары в лесных экосистемах Сибири. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2008. – С. 18-23.
28. Гордягин А. Я. Материалы для познания почвы и растительности Западной Сибири / Труды Общества Естествоиспытателей при Императорском Казанском университете, том XXXIV. вып. 3., - Казань, Типо-литография Императорского Университета, 1900.
29. Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. - 64 с.
30. Бузыкин А. И., Попова Э. П. Влияние пожаров на лесные фитоценозы и свойства почв // Продуктивность сосновых лесов. М.: Наука, 1978. С. 5- 44.
31. Валендик Э. Н., Векшин В. Н., Иванова Г. А., Кисляхов Е. К., Перевозникова В. Д., Брюханов А. В., Бычков В. А., Верховец С. В., Контролируемые выжигания на вырубках в горных лесах. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2001. – 172 с.
32. Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А., Крупные лесные пожары. М.: Наука. 1979. - 198 с.
33. Валендик Э. Н., Верховец С. В., Кисляхов Е. К., Иванова Г. А., Брюханов А. В., Косов И. В., Голдаммер Й. Г. Технология контролируемых выжиганий в лесах Сибири. Красноярск: СФУ, 2011. 160 с.
34. Ткаченко М.Е. Леса Севера. СПб, 1911. - 91 с.
35. Громцев А. Н. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск, 1993. - 156 с.
36. Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. – 160 с.
37. Громцев А. Н. Исследования европейских таежных лесов на ландшафтной основе: история, современное состояние, перспективы // Бореальные леса: состояние, динамика, экосистемные услуги: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института леса Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, 11–15 сентября 2017 года). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2017. С. 83-85.

38. Громцев А.Н. О сохранении естественных пожарных режимов на заповедных территориях. Роль науки в решении проблем региона и страны: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию КарНЦ РАН (г. Петрозаводск, 24–27 мая 2016 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2016. С. 12-15.

39. Громцев А. Н., Петров Н. В. Леса и их многоцелевое использование на северо-западе европейской части таежной зоны России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2015. С. 160-166.

40. Громцев А. Н. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск, 1993. - 156 с.

41. Чистилин В. Г. Возобновление сосны в разновозрастных насаждениях // Лесной журнал. № 6, 1975. - С. 12-16.

42. Гусев Д. В. Естественное возобновление сосны после низовых пожаров на территории Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 215. С. 30-40.

43. Валендик Э.Н., Иванова Г.А. Пожарные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока // Лесоведение, 2001. – № 4. – С. 69-79.

44. Чертовской В. Г. Естественное возобновление леса в таежной зоне европейской части СССР // Лесное хозяйство. -1972. -№ 5. С. 11-17.

45. Матвеев П. М. Последствия пожаров в лиственных биогеоценозах на многолетней мерзлоте: монография. Красноярск: СибГТУ, 2006. - 269 с.

46. Серебренников П. П., Матренинский В. В. Лесные пожары и борьба с ними: - Ленинград: Гослестехиздат, (Тип. им. Володарского). - Обл., 1937. - 183 с.

47. Габышева Л. П. Роль пожаров в возобновлении лесов Центральной Якутии // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 1. С. 154-166.

48. Габышева Л. П. Изменение фитомассы живого напочвенного покрова после пожаров в лесах Центральной Якутии // Наука и образование. № 4. 2013. С. 62-65.

49. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса РФ: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 01.12.2020 N 993 / КонсультантПлюс: офиц. сайт / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/obob/#top>. (дата обращения: 15.03.2023)

50. Корчагин А. А. Влияние пожаров на растительность и восстановление ее после пожара на европейском Севере // Тр. БИН. Серия III. 1954. Вып. 9. С. 75–149.

51. Вялых Н. И. Устойчивость еловых и сосновых биогеоценозов к низовым пожарам в лесах Севера // Флора Севера и растит. ресурсы европейской части СССР. Архангельск, 1987. С. 81–83.

52. Коновалов В. Н., Семенов Б. А. Влияние пожаров на физиологическое состояние древостоев Крайнего Севера // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Минск, 1990. С. 156–158.

53. Водолажский, А. Н. Оценка состояния сосновых насаждений после пожара 2010 года // Мониторинг состояния, использования и воспроизводства лесов Европейской части Российской Федерации: Материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции, Воронеж, 20 сентября 2016 года. – Воронеж: ООО "Издательство "Ритм", 2016. – С. 69-72.

54. Курьянова Т. К., Платонов А. Д., Косиченко Н. Е. [и др.] Оценка состояния древостоев после лесного пожара 2010 года на территории УОЛ ВГЛТА // Политематический сетевой

электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 70. – С. 166-176.

55. Сапожников А. П. О пирогенной трансформации экологических функций лесов // Северо-Восточная Азия: вклад в глобальный лесопожарный цикл / Отв. ред. Й. Г. Голдаммер, Л. Г. Кондрашов. Хабаровск: Центр глобального мониторинга природных пожаров, 2006. С. 323–343.

56. Колесников С. И. Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие / С. И. Колесников. - Москва: РИОР, 2005. – 16 с.

57. Сукачев В. Н. Избр. труды. Проблемы фитоценологии. Л., 1975. Т.3. - 544 с.

58. Молчанов А. А. Естественное лесовозобновление на гарях // Лесное хозяйство и лесозэксплуатация. 1934. С. 7–8.

59. Софронов М. А., Волокитина А. В. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. - 205 с.

60. Софронов М. А., Волокитина А. В. Пожары растительности в зоне северных редколесий // Сиб. экол. журн. 1996. Т. 3. № 1. С. 43–49.

61. Софронов М. А., Волокитина А. В., Софронова Т. М. Пожары в горных лесах. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2008. - 388 с.

62. Софронов М. А., Голдаммер Й. Г., Волокитина А. В., Софронова Т. М. Пожарная опасность в природных условиях. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2005. - 330 с.

63. Цветков П. А., Шишкин А. С. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаежных сосняков Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2014. - 232 с.

64. Михалев Ю. А., Ряполова Л. М. Актуальные направления совершенствования профилактики лесных пожаров // Охрана лесов от пожаров, лесовосстановление и лесопользование. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. С. 29–39.

65. Масленков П. Г. Восстановление кедра сибирского в лесах низкогорья Западного Саяна. Лесное хозяйство, 1999 г., С. 29-30.

66. Harper, K.A.; Bergeron, Y.; Gauthier, S.; Drapeau, P. Post-fire development of canopy structure and composition in black spruce forests of Abitibi, Québec: A landscape scale study. *Silva Fenn.* 2002, 36, 249–263pp.

67. Miller, P. M. Effects of slash and burn agriculture on species abundance and composition of a tropical deciduous forest // *Forest Ecology and Management.* – 1998. –Vol. 103(2-3). – P. 191–201.

68. Чудников П. И. Естественное возобновление сосны на дюнных песках в сосновых борах: тр. по лесн. опыт. делу Талицкого лесн. техникума. Свердловск, 1925. - 193 с.

69. Молчанов А. А. Шиманюк А. П. Восстановительные процессы на концентрированных лесосеках [Сборник статей] / А. - Москва; Ленинград: изд-во и 2-я тип. Акад. наук СССР, 1949 (Москва). - 128 с.

70. Буряк Л. В. Лесообразовательный процесс в нарушенных пожарами светло-хвойных насаждениях юга Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.02. Красноярск, 2015. - 37 с.

71. Цветков В. Ф. О связи возобновления сосны с лесными пожарами в сосняках Кольского полуострова // *Лесной журнал.* 1968. № 6. С. 37–40.

72. Цветков В. Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, анализ, прогнозирование. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. - 212 с.

73. Цветков П. А. О последствиях лесных пожаров в Сибири // *Хвойные бореальной зоны.* 2013. Т. XXXI. № 5–6. С. 10–14.

74. Ишутин Я. Н., Фокин А. С. Начальная стадия восстановления гарей // *Ботан. иссл. Сибири и Казахстана.*-1999.-№5. С.110-111.

75. Engelmark, O. Early post-fire tree regeneration in a Picea-Vaccinium forest in northern Sweden. *J. Veg. Sci.* 1993, 4, 791–794 pp.

76. Буряк Л. В., Лузганов А. Г., Матвеев П. М., Каленская О. П. Влияние низовых пожаров на формирование светлохвойных насаждений юга Средней Сибири. Красноярск: СибГТУ, 2003. 206 С.

77. Буряк Л. В., Сухинин А. И., Каленская О. П., Пономарев Е. И. Последствия пожаров в ленточных борах юга Сибири // Сиб. экол. журн. 2011. № 3. С. 331–339.

78. Иванова А. Изучение пирогенной сукцессии на острове Олений (Кандалакшский залив Белого моря) // Материалы Беломорской экспедиции Московской Гимназии на Юго-Западе. Вып. 10 [Электронный ресурс]. 2010.

79. Иванова Г. А., Жила С. В., Кукавская Е. А., Иванов В. А. Постпирогенная трансформация фитомассы древостоя в насаждениях Нижнего Приангарья // Лесн. журн. 2016. № 6. С. 17–32.

80. Иванова Г. А., Перевозникова В. Д. Послепожарное формирование живого напочвенного покрова в сосняках Среднего Приангарья // Сиб. экол. журн. 1996Т. III. № 1 С. 109–116.

81. Лыткина Л. П. Динамика разнообразия сообществ гарей в лиственничных лесах Лено-Амгинского междуречья // Исследования молодых ботаников Сибири: Тез. докл. молодежной конф. - Новосибирск, 2001. С. 53-54.

82. Лыткина Л. П. Восстановление лиственничных гарей в Центральной Якутии // Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Матер. Межд. конф. - Сыктывкар, 2001. С. 171-172.

83. Лыткина Л. П. Ординационный анализ растительности разновозрастных гарей Лено-Амгинского междуречья // Тез. докл. науч. конф. молодых ученых РС(Я) «Лаврентьевские Чтения». - Якутск, 2001, С. 110-111.

84. Лыткина Л. П. Восстановление растительности на лиственничных гарях Лено-Амгинского междуречья // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: Матер. III Российской конф. - Красноярск: КГПУ, 2001. С. 176-177.

85. Лыткина Л. П. Методика изучения травяного покрова разновозрастных гарей // Северное сияние: Информ. бюлл. Якутск, 2002. № 11 С. 21.

86. Лыткина Л. П., Миронова С.И. Анализ растительности лиственничных гарей Лено-Амгинского междуречья по прямому градиентному методу // Роль сельскохозяйственной науки в стабилизации и развитии агропромышленного производства Крайнего Севера: Сб. матер, науч.-практ. конф., посвящ. 45- летию Якут. НИИСХ СО РАХН. - Новосибирск, 2003. С. 101-106.

87. Лыткина Л. П. Послепожарное формирование растительного покрова в лиственничниках Лено-Амгинского междуречья // Проблемы ботанических и лесоводственных исследований в РС(Я) и Финляндии: Матер, межд. СахаФинляндской конф., посвящ. 100-летию экспедиции А. К. Каяндера по р. Лене. Якутск. 29 июня – 6 июля 2002 г. - Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. С. 108-114.

88. Миронова С. И., Лыткина Л. П. Сукцессия растительности на гарях Центральной Якутии // Наука и образование. - Якутск, 2003. - № 4. - С. 108-110.

89. Лыткина Л. П. Лесные пожары в Лено-Амгинском междуречье // Влияние климатических и экологических изменений на мерзлотные экосистемы: Тр. II межд. конф. «Роль мерзлотных экосистем в глобальном изменении климата». - Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. С. 429-431.

90. Лыткина Л. П. Изменение видового богатства растительности на гарях Лено-Амгинского междуречья // Проблемы изучения растительного покрова Якутии: Сб. ст. - Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2004. С. 56-59.

91. Лыткина Л. П., Габышева П. Е. Посади дерево: из опыта работы ячейки СОЭМ «Сыккыс» // Северное сияние: Информ. бюлл. Якутск, 2005. № 20. С. 20-21.

92. Lytkina L. P. Forest fires in the Lena-Amga interfluvium // Influence of climatic and ecological changes on permafrost ecosystems: Proc. of 11th international conference "The role of permafrost ecosystems in global climate change". - Yakutsk: YD Publishing House SD RAS, 2003. - P. 320-322.

93. Бузыкин А. И. Моделирование элементов лесных биогеоценозов. Красноярск: Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1985. - 166 с.

94. Бузыкин А. И., Гавриков В. Л., Секретенко О. П., Хлебопрос Р. Г. Анализ структуры древесных ценозов. Новосибирск: Наука, 1985. - 94 с.

95. Бузыкин А. И., Гавриков В. Л., Секретенко О. П., Хлебопрос Р. Г. Структура древесных ценозов // Доклады на пятом ежегодном чтении памяти В. Н. Сукачева. Структура и функционирование лесных биогеоценозов Сибири. М.: Наука, 1987. С. 64-91.

96. Иванова Г. А., Коначев С. Г., Макараев Д. Д., Безкорвайная И. Н., Богородская А. В., Жила С. В., Иванов В. А., Иванов А. В., Ковалева Н. М., Краснощекова Е. Н., Кукавская Е. А., Орешков Д. Н., Перевозникова В. Д., Самсонов Ю. Н., Сорокин Н. Д., Тарасов П. А., Цветков П. А., Шишкин А. С. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаежных сосняков Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2014. - 232 с.

97. Платонова И. А., Иванова Г. А. Оценка естественного возобновления после низовых пожаров в сосняках Селенгинского среднегорья // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 8. С. 168-175.

98. Тимофеев П. А. Леса Якутии. - Якутск: Кн. изд-во, 1980. - 149 с.

99. Исаев А. П., Протопопова В. В., Такахаша К. История лесных пожаров в окрестностях г. Якутска // Проблемы изучения растительного покрова Якутии / под ред. В. Е. Кардашевской, М. И. Ефимовой. Якутск: Сахаполиграфиздат, 2004. С. 121-126.

THE IMPACT OF FOREST FIRES ON THE FOREST ECOSYSTEM

Grinko Oleg Ivanovich

Postgraduate student
Bratsk State University
Bratsk, Russia
e-mail: goi2@yandex.ru

Grigoreva Olga Ivanovna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov
St. Petersburg, Russia
e-mail: grigoreva_o@list.ru

Grigorev Igor Vladislavovich

Doctor of Technical Sciences, Professor
Arctic State Agrotechnological University
Yakutsk, Russia
e-mail: silver73@inbox.ru

Abstract. Forest fires have a twofold impact on forest ecosystems. On the one hand, they cause quite significant environmental and material damage. On the other hand, they are a completely natural phenomenon, especially for coniferous boreal forests. The article analyzes the literature sources on the impact of forest fires on the components of the forest ecosystem. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Keywords: FOREST FIRES, COMPONENTS OF THE FOREST ECOSYSTEM, THE IMPACT OF FIRES ON THE SOIL, THE IMPACT OF FIRES ON THE STAND, THE IMPACT OF FIRES ON REFORESTATION

© Гринько О.И., Григорьева О.И., Григорьев И.В., 2023