

УДК 574.4:581.524.34

ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ ПОЛЕСИЙ К ПОЖАРНЫМ НАРУШЕНИЯМ

А.В. Константинов

*Государственный природный биосферный заповедник «Керженский»
Россия, 603001, Нижний Новгород, Рождественская, 23, оф. 6-8
E-mail: pisto@inbox.ru*

Поступила в редакцию 07.02.09 г.

Изменение упругости экосистемы полесий к пожарным нарушениям. – Константинов А.В. – Проведен ретроспективный анализ воздействия наиболее масштабных нарушений на структуру сосняков междуречья р. Черная и р. Пугай с конца XIX до начала XXI в. При совместном воздействии интенсивных рубок леса и пожаров на сосновые леса возник синергетический эффект и изменился пожарный режим: увеличилась суровость пожаров и частота опустошительных пожаров. Экосистема полесий, адаптированная к периодическим пожарам, в существенной степени утрачивает упругость к пожарным нарушениям, если возрастная структура популяций сосны становится относительно гомогенной, а в растительном покрове значительно преобладают сообщества, находящиеся на ранних стадиях сукцессии. Основной причиной крупнейшего опустошительного пожара, происходившего в сосновых лесах Нижегородского Заволжья в 1972 г., является деятельность человека, а не природные и климатические особенности этой территории.

Ключевые слова: полесье, сосновый лес, упругость экосистемы, нарушения, синергетический эффект, частота пожаров, Керженский заповедник.

Changes in pine forest ecosystem elasticity to fire disturbances. – Konstantinov A.V. – Retrospective analysis of the influence of high disturbances on the pine forest structure in the territory between the Chernaya and Pugay rivers from the late 19 to early 21 century was carried out. Upon intense loggings and fires, a synergistic effect has arisen and the fire regime has changed, namely, the severity of fires and the frequency of devastating fires have increased. The ecosystem of pine forests on woody lowlands, somewhen adapted to periodic fires, loses its elasticity to fire disturbances to an essential degree if the age structure of pine populations becomes relatively homogeneous and the communities at early succession stages considerably prevail in the vegetative cover. The major cause of the largest devastating fire (1972) in the pine forests of the Nizhegorodskoye Zavolzhie is human activity rather than natural or climatic features of this territory.

Key words: pine forests on woody lowlands, elasticity of ecosystems, disturbances, synergistic effect, fire frequency, Kerzhensky reserve.

ВВЕДЕНИЕ

«Стратегия» развития экосистем сходна со «стратегией» эволюции биосферы: усиление контроля над физической средой (или гомеостаз со средой) в том смысле, что система достигает максимальной защищенности от резких изменений среды. Но более или менее регулярные, но резкие физические возмущения могут поддерживать экосистему на некоторой промежуточной стадии развития. Таким физическим фактором может быть огонь. Целые биоты, такие как африканские степи и экосистемы чапарала на побережье Калифорнии, в Средиземноморье и в других районах, адаптировались к периодическим пожарам (Одум, 1986).

Полесья Русской равнины также можно отнести к экосистемам, адаптированным к периодическим пожарам. Возникновение здесь периодических пожаров признается многими исследователями вполне закономерным процессом, обусловленным климатическими и природными особенностями этой территории. В сосновых лесах в ходе филогенеза, протекающего в позднем кайнозое в условиях континентального климата и частых пожаров, сложился специфичный состав экобиоморф растений всех ярусов фитоценоза. В верхнем ярусе их доминирует пиреофанерофит сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* Linnaeus, 1753), а в травяно-кустарничковом ярусе преобладают относительно пожароустойчивые виды из групп гео- и гемикриптофитов (Смирнов, 1970, цит. по: Санников, 1992). С.Н. Санников (1992) отмечает, что при любой степени повреждения естественных древостоев сосны пожаром обеспечивается некоторый минимальный уровень инспермации территории гари и та или иная степень возобновляемости ценопопуляций сосны.

Однако в тех случаях, когда на экосистемы воздействуют более одного вида нарушений, сложенные эффекты этих воздействий могут привести к новому состоянию или непредсказуемым последствиям (Paine et al., 1998, цит. по: Dale et al., 2001).

В XX в. сосновые леса Нижегородского Заволжья, расположенные в восточной части полесий Русской равнины, подвергались воздействию двух наиболее масштабных нарушений – рубок леса и лесных пожаров. Так, например, в Семеновском лесхозе, расположенном в Нижегородском Заволжье, за два года (1950 и 1951 гг.) было вырублено 950 тыс. м³ древесины, т. е. ежегодно вырубалось более трех расчётных лесосек (Константинов, 2004). А в 1972 г. пожарами было пройдено более 4000 км² лесов Нижегородской области, в том числе и в лесах Нижегородского Заволжья (Душа-Гудым, 1974).

Целью нашей работы была оценка сложного эффекта воздействия пожаров и рубок леса на сосновые леса Нижегородского Заволжья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В этом исследовании слова «гарь» и «горельник» используются как два принципиально разных понятия. Под гарью понимается лесная площадь с древостоем, погибшим в результате *опустошительного пожара*. Горельник – лесная площадь с древостоем, частично погибшим в результате пожара. На гари могут находиться единичные деревья, поэтому горельник отличается от подобной гари полнотой древостоя: не менее 0.4 в молодняках и не менее 0.3 во всех остальных возрастных группах насаждений. Объединяет «гарь» и «горельник» слово «пожарище». Такой подход целесообразен также в связи с тем, что пожароустойчивость сосны с возрастом увеличивается до возраста естественной спелости (Мелехов, 1948).

Площадь пожарищ 1972 г. определялась на территории Керженецко-Людновского борovo-болотного ботанико-географического подрайона хвойно-лесного района Горьковской (Нижегородской) области (Аверкиев, 1954), общая площадь этого подрайона составляет около 7500 км². Пожарища 1972 г. выявлялись на космоснимках Landsat TM (30.05 – 20.07.1982 г. и 06.06.1983 г.; пространственное разрешение снимков 30 м) в результате экспертного визуального дешиф-

рирования космоснимков. В пределах этих пожарищ кроме гарей (на долю которых приходится около 90% от общей площади пожарищ) и горельников расположены открытые болота (на долю которых приходится около 1% от общей площади пожарищ), которые невозможно однозначно классифицировать (пройдены они огнем или нет) в рамках примененного метода.

Пространственно-временная динамика гарей определялась на территории междуречья¹ р. Большая Чёрная (здесь и далее с учётом р. Чёрной) и р. Пугай, которое является частью территории государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Общая площадь Междуречья составляет 136 км². Ретроспективные сведения о состоянии сосняков, площади гарей и вырубок на территории Междуречья получены из материалов лесоустройства. Пространственно-временные изменения на территории Междуречья анализировались средствами ГИС (программы ArcView-3.3 и Quantum GIS), в частности использовался способ наложения (overlay). При помощи геоинформационной системы растровые изображения планов лесонасаждений различных туров лесоустройства совмещались с планом лесонасаждений последнего лесоустройства (1999 г.), при этом в качестве опорных точек использовались в основном пересечения квартальных просек. Эти данные служили в качестве графической основы для создания линейных и полигональных покрытий.

Для изучения нарушенности лесов использовался обобщающий показатель – коэффициент нарушенности, который основан на представлениях о характерных временах жизненного цикла лесных биогеоценозов, всегда направленного в сторону климакса или квазиклимакса. Биогеоценозы, находящиеся в климаксовом или квазиклимаксовом состоянии, имеют нулевую нарушенность, а лесные пустыри – полную; остальные в зависимости от своей структуры и состава имеют промежуточные показатели нарушенности (Шейнгауз, Шевейко, 2001). Расчеты произведены для каждого тура лесоустройства, первичной единицей являлись лесохозяйственные выдела. Наруженность лесов Междуречья вычислена как средневзвешенная по доле каждого выдела. Динамика нарушенности проанализирована с использованием шкалы, разработанной для сосновых лесов Нижегородского Заволжья (Константинов, 2007).

При анализе и прогнозе динамики растительности использована концепция сукцессионной системы С.М. Разумовского (1999), в которую организованы все растительные ассоциации ботанико-географического района.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На территории Керженецко-Людновского борово-болотного ботанико-географического подрайона Нижегородской области площадь крупных пожарищ 1972 г. составляет 2775 км² или около 35% от площади этого района (рис. 1). Междуречье

¹ Междуречье – это внедолинная территория между двумя реками (Киреев, 1984); в данном случае это слово употребляется в более широком понятии. В состав территории, находящейся между р. Б. Чёрная и р. Пугай, включены кроме собственно междуречья долины рек; далее, для краткости, вся эта территория будет называться Междуречьем.

ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ ПОЛЕСИЙ

расположено в центральной части крупнейшего пожара 1972 г. (1742 км²) на территории Нижегородской области.

Общая площадь сосняков на протяжении 100 лет (с конца XIX до конца XX в.) составляла около 70% от общей площади Междуречья, за исключением периода восстановления древостоев после крупнейшего пожара 1972 г. С конца XIX в. в течение 100 лет происходило постоянное увеличение площади сосновых молодняков (1-я группа возраста) в результате сокращения площади древостоев более старших возрастов (таблица).

Изменения в возрастной структуре сосняков происходили в основном в результате рубок лесов и пожаров.

Общая площадь гарей, возникавших с 1874 по 2003 гг., составляет 143 км² (Константинов, 2004), что на 7 км² больше, чем общая площадь Междуречья. Это связано с тем, что часть гарей неоднократно возникала на одних и тех же участках. Площадь каждой отдельно взятой гари составляет не более 8% от площади Междуречья за исключением гари 1972 г., площадь которой в 10 раз превышает этот показатель.

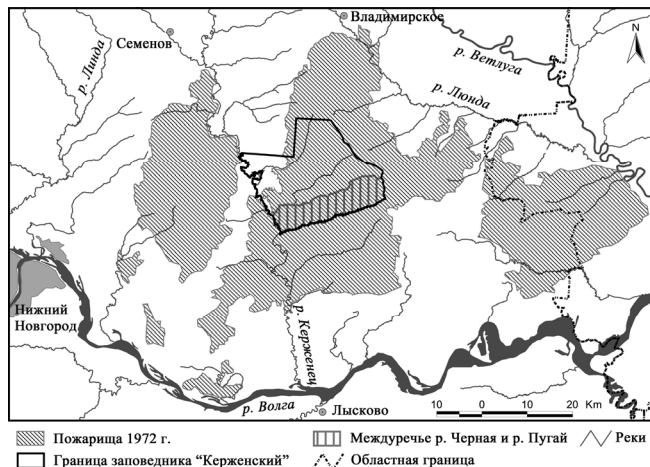


Рис. 1. Схема крупных пожаров 1972 г. на территории Керженецко-Людновского борово-болотного ботанико-географического подрайона Нижегородской области (одно из пожаров расположено и на территории республики Марий Эл)

Изменение площади сосняков по группам возраста на территории Междуречья, га

Возраст	Год					
	1899	1954	1967	1973	1983	1999
1-я группа	1560.9	2147.6	7005.9	64.9	7465.8	9047.7
2-я группа	4088.9	2664.3	469.2	76.1	153.0	356.2
3-я группа	2394.4	3629.3	996.7	26.8	24.7	64.0
4-я группа	1113.2	1174.2	1200.7	44.5	135.9	140.0

Наиболее интенсивные сплошные рубки леса на территории Междуречья в XX в. проводились в пятидесятые и шестидесятые годы. Суммарная площадь вырубок за эти два десятилетия составляет более половины (около 60%) от общей площади вырубок (94 км²), которые образовывались в течение всего прошлого столетия на территории Междуречья (рис. 2).

Динамика нарушенности лесов на территории Междуречья в течение столетия имела различную направленность. С начала XX в. и до сороковых годов нарушен-

ность практически оставалась постоянной, с сороковых годов и до начала семидесятых годов она резко возрастала (рис. 3), а с начала семидесятых годов и до конца XX в. снижалась.

ОБСУЖДЕНИЕ

Общая площадь пожаров в Нижегородской области по данным лесхозов за весь период их существования (1936 – 2007 гг.) составляет 7161 км² (Куприянов и др., 1995; отчетные данные Департамента лесного комплекса Нижегородской области за 1991 – 2007 гг.).

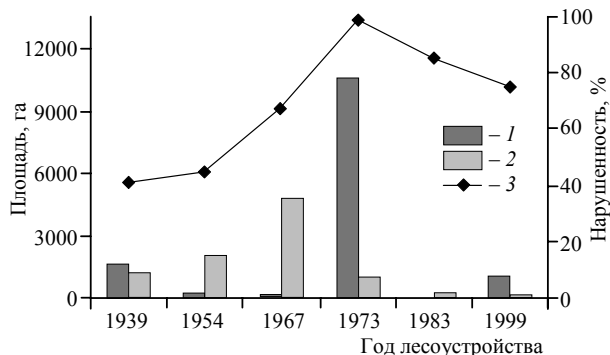


Рис. 2. Площади вырубок и гарей, возникавших в периоды между очередными турами лесоустройства (первый период – 1900 – 1939 гг., следующий – 1940 – 1954 гг. и т.д.), и изменение нарушенности лесов Междуречья: 1 – гари, 2 – вырубки, 3 – нарушенность лесов

Более половины (56%) от этой площади приходится на долю пожаров, произошедших всего за один 1972 г. Большая часть (более 60%) пожаров 1972 г. располагается на территории Керженецко-Людновского борово-болотного ботанико-географического подрайона. По своим последствиям пожар 1972 г. для сосняков Междуречья был уникальным за последние как минимум 230 лет (Константинов, 2004).

По мнению авторов монографии «Леса и лесное хозяйство Нижегородской области» (Куприянов и др., 1995), основной причиной пожаров 1972 г. явилась засуха, а решающее влияние на распространение огня в 1972 г. оказал сильный ветер в ночь с 25 на 26 августа.

Известно, что засухи на исследуемой территории – это довольно частое явление (повторяемость засух до 30% (Мячкова, 1983, цит. по: Коломыц и др., 1995)) и что во время засух происходят крупные пожары. На территории Междуречья во время засух крупные гари возникали в 1921, 1972 и, возможно, в 1892 и 1939 гг. Но размеры гари, образовавшейся на территории Междуречья в 1972 г., существенно больше других, поэтому экстремальные погодные условия, в том числе и сильный ветер (во время пожара 1921 г. также отмечался сильный ветер (Курбатский, Валендик, 1974)), не могут быть основной причиной уникальности пожара 1972 г. Из всех ключевых факторов, определяющих параметры пожарного режима² экосистемы (климат, орография, рельеф, тип и структура растительности и др.), в течение XIX и XX вв. в первую очередь существенно изменилась деятельность человека. В результате интенсивных рубок леса произошли кардинальные изменения в

² Пожарный режим – это основные, долгосрочные параметры возникновения пожаров и их воздействие на экосистему (Fall, 1998).

возрастной и пространственной структуре сосняков, и поэтому деятельность человека является основной причиной возникновения крупнейшей гари 1972 г. на территории Междуречья.

При совместном воздействии на сосняки пожарных нарушений и интенсивных рубок леса возник эффект синергизма (Константинов, 2004) – интеграция двух (или более) факторов, действующих так, что их совместный эффект больше, чем сумма индивидуальных эффектов.

В прошлом в малонарушенных³ сосновых лесах Междуречья в результате пожаров возникали горельники, в которых эдификаторный ярус сосны после лесных

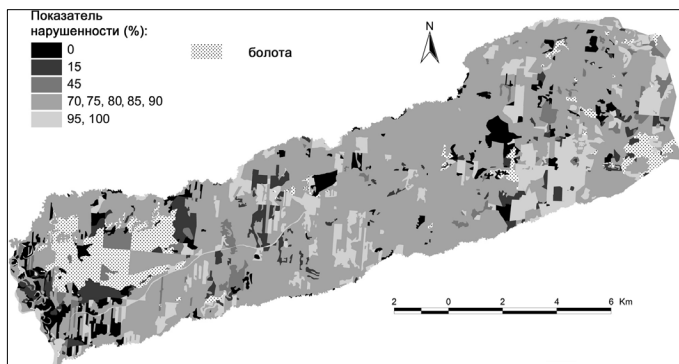


Рис. 3. Нарушенность лесов Междуречья накануне пожара 1972 г.

пожаров сохранялся (Константинов, Фуряев, 2004), и локальные гари. Этому способствовало преобладание в составе этих лесов наиболее пожароустойчивых сосновых древостоев (приспевающих и спелых). Периодические пожары, вызывающие образование горельников, повышали пожароустойчивость древостоев (происходило увеличение диаметра деревьев и толщины их коры). Также при этом исчезали условия для распространения верховых повальных пожаров (в результате уничтожения горючих материалов в нижних ярусах сосняков), возникновению которых способствует, как известно, вертикальная сомкнутость ярусов и пологов растительного покрова. В результате спонтанного развития лесов формировались древостои с так называемой пожароустойчивой структурой. На локальных гарях происходило не только успешное естественное возобновление сосны (как от стен леса, примыкавших к гари, так и единичных деревьев, сохранявшихся на гари (Константинов, 2004)), но и успешное формирование пожароустойчивых сосновых древостоев. Так, например, на гарях 1839 и 1840 гг. и на гари 1872 г., расположенных на территории Междуречья, произошло не только успешное естественное возобновление сосны, но и формирование пожароустойчивых 80 – 100-летних сосновых древостоев.

В середине XX в. на территории Междуречья в результате проведения концентрированных сплошных рубок с шириной лесосек до 500 м (Константинов, 2004) исчезли наиболее пожароустойчивые сосновые древостои и произошло

³ Малонарушенный естественный лес – лес, в течение длительного времени развивающийся без катастрофических воздействий человека, в котором смена поколений деревьев происходит постепенно естественным путем, имеющий площадь, достаточную для функционирования естественных механизмов такой смены, и соответствующую им мозаику участков (Ярошенко, 1999).

ухудшение условий естественного возобновления сосны. На вырубках в результате искусственного и естественного возобновления возникали сосновые молодняки, которые в течение продолжительного периода времени (несколько десятков лет) сохраняли повышенную пожароопасность. Появились участки, где из-за частых опустошительных пожаров не успевал сформировываться пожароустойчивый сосновый древостой. Площадь лесных участков, имеющих низкую пожароустойчивость (сосновые молодняки) и высокую пожароопасность (сосновые молодняки и вырубки), постоянно увеличивалась. В итоге произошло существенное изменение возрастной и пространственной структуры сосняков Междуречья, а это, в свою очередь, привело к изменению пожарного режима. Изменение пожарного режима проявилось в существенном усилении суровости пожаров⁴ (стали возникать гари) и частоты опустошительных пожаров (на гарях не успевал сформировываться пожароустойчивый сосновый древостой), а также в существенном увеличении размеров гарей (естественное возобновление сосны из-за больших размеров гарей ухудшалось или вовсе прекращалось), на которых отсутствовали семенные деревья сосны или их количество было недостаточным для эффективного естественного возобновления сосны.

Вывод, сделанный для территории Междуречья об основной роли человека в причинах возникновения и последствий опустошительного пожара 1972 г., вполне применим и в целом для сосновых лесов Нижегородского Заволжья, поскольку в этих лесах также проводились интенсивные сплошные рубки леса. С 1946 по 1966 гг. в европейской части РСФСР и районах Урала с 22% лесопокрытой площади и 18% эксплуатационных запасов от всех лесов СССР заготавливалось 70% общего плана заготовки древесины. Для выполнения сортиментного плана заготовки требовалось перерубать хвойные породы и недобирать лиственные, что и делалось. В 1968 г., например, в европейской части РСФСР и районах Урала переруб в хвойном хозяйстве по II группе лесов составил 8.5 млн м³, а в III группе лесов – 22 млн м³ (Колданов, 1992).

Ожидается, что любая система упруга по отношению к нарушениям и изменениям, находящимся в пределах того нормального «репертуара», с которым она сталкивается на протяжении всего своего экологического времени. Упругость – это величина нарушения, которую экосистема может поглотить или сгладить, прежде чем ее структура будет кардинально трансформирована в другое состояние (Holling 1973, 1986, цит. по: Meffe, Carrol, 1997).

В XIX и начале XX в. экосистема полесий на территории Междуречья была достаточно упруга к пожарным нарушениям. Согласно гипотезе «импульсной пирогенной стабильности» (Санников, 1992, с. 207 – 208) природные популяции сосны способны успешно возобновляться, выживать и длительно доминировать в составе фитоценозов в условиях «циклически пожарного» режима среды. Эта стабильность обеспечивается мозаично-ступенчатой возрастно-высотной гетерогенной (обычно с разрывом поколений во времени не менее 30 – 60 лет) структурой

⁴ Суровость пожара (fire severity) – это качественный показатель, характеризующий прямые (первичные) эффекты пожара на экосистему, и он оценивается через смертность и выживаемость растительности (Agee, 1993, цит. по: Fall, 1998).

популяций сосны. К концу XIX в. на территории Междуречья еще сохранялись сосновые древостои с подобной структурой (Отчёт по ревизии..., 1899).

Во второй половине XX в. экосистема полесий на территории Междуречья в существенной степени утратила упругость к пожарным нарушениям в результате катастрофических нарушений (рубок леса и пожаров). Возрастная структура популяций сосны стала относительно гомогенной и на территории Междуречья стали значительно преобладать по площади растительные сообщества, находящиеся на ранних стадиях сукцессии, когда экологические свойства местообитаний в основном определяются абиотическими факторами, а ценотическая среда недостаточна развита. В конце XX в. на территории Междуречья уже преобладали сосновые молодняки в возрасте 20 – 25 лет (Таксационное описание Черноозёрского лесничества, лесоустройство 1998 – 1999 гг.).

Если в прошлом для образования на территории Междуречья крупнейшей гари 1972 г. потребовалось возникновение синергетического эффекта при взаимодействии двух видов нарушений, то в настоящее время – после изменения пожарного режима на этой территории – для возникновения аналогичной гари будет достаточным «традиционного» для сосновых лесов пожарного нарушения. Это связано с тем, что значительную часть территории этих лесов занимают массивы сосновых молодняков, имеющие низкую пожароустойчивость и высокую степень пожарной опасности.

Известно, что синергизм ведет к точке бифуркации, за которой происходит или распад системы, или её переход в новое качество. В малонарушенных сосновых лесах Междуречья периодические пожары вызывали образование рецидивного субклимакса, в результате этого сосняки сохраняли свое постоянное господство в течение неопределенно долгого периода времени, но после широкомасштабных сплошных рубок леса и пожара 1972 г. произошло качественное изменение воздействия пожарных нарушений на сосновые леса Междуречья. Если произойдет очередной опустошительный пожар, рецидивный субклимакс в сосновых лесах Междуречья, по крайней мере, на отдельных участках, может смениться диаспорическим субклимаксом. Если же на протяжении достаточно продолжительного периода времени на территории Междуречья не будут происходить катастрофические нарушения, то произойдет существенное изменение возрастной и пространственной структуры сосняков и, как следствие, восстановление утраченного пожарного режима, характерного для малонарушенных сосновых лесов.

ВЫВОДЫ

1. В XX в. при совместном воздействии на сосняки Междуречья интенсивных рубок леса и пожаров возник синергетический эффект, в результате произошло кардинальное изменение их структуры и, как следствие, изменение пожарного режима.

2. Пожарный режим малонарушенных сосновых лесов Междуречья в XIX в. характеризовался не сильными по суровости пожарами и редкими по частоте опустошительными пожарами: а) возникали горельники и локальные гари, а небольшие размеры гарей и (или) достаточное количество единичных семенных со-

сновых деревьев на гари не препятствовали эффективному естественному возобновлению сосны; б) на локальных гари сформировывался пожароустойчивый сосновый древостой.

3. Изменение пожарного режима в нарушенных сосновых лесах Междуречья проявилось в существенном увеличении суровости пожаров, частоты опустошительных пожаров и размеров гарей, на которых отсутствовали единичные семенные деревья сосны или их количество было недостаточным для эффективного естественного возобновления сосны: а) стали возникать гари; б) на гари не успевал сформировываться пожароустойчивый сосновый древостой; в) естественное возобновление сосны ухудшалось или прекращалось.

4. Экосистема полесий на территории Междуречья во второй половине XX в. в существенной степени утратила упругость к пожарным нарушениям в результате того, что возрастная структура популяций сосны стала относительно гомогенной и стали преобладать по площади растительные сообщества, находящиеся на ранних стадиях сукцессии, когда экологические свойства местообитаний в основном определяются абиотическими факторами, а ценотическая среда недостаточна развита. В результате этих изменений стала возможной смена рецидивного субклимакса на диаспорический субклимакс в случае возникновения очередного опустошительного пожара (аналогичного пожару 1972 г.), по крайней мере, на отдельных участках Междуречья. Этот вывод применим и к другим сосновым лесам Нижегородского Заволжья, пройденных опустошительными пожарами в 1972 г. и позже.

5. Основной причиной возникновения опустошительного пожара 1972 г., вызвавшего образование обширных гарей в сосновых лесах Нижегородского Заволжья, является деятельность человека (интенсивные рубки леса), а не природные и климатические особенности этой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аверкиев Д.С. История развития растительности Горьковской области и ее ботанико-географическое деление // Учен. зап. Горьк. гос. ун-та. 1954. Вып. XXV. С. 119 – 136.

Душа-Гудым С.И. Пожарная опасность и горимость лесов Горьковской области // Лесное хозяйство. 1974. № 11. С. 83 – 87.

Киреев Д.М. Эколого-географические термины в лесоведении (словарь-справочник). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 182 с.

Колданов В.Я. Очерки истории советского лесного хозяйства. М.: Экология, 1992. 254 с.

Коломыц Э.Г., Розенберг Г.С., Колкутин В.И., Юнина В.П., Сидоренко М.В., Орлова М.В., Сурова Н.А. Экология ландшафтов Волжского бассейна в системе глобальных изменений климата (прогнозный Атлас-монография). Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 1995. 163 с.

Константинов А.В. Жаровой лес. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2004. 70 с.

Константинов А.В. Динамика нарушенности лесов заповедника «Керженский» // О состоянии и перспективах развития сети ООПТ в республике Алтай: Материалы Междунар. науч.-практич. конф. / Петровская академия наук и искусств. Горно-Алтайск, 2007. С. 148 – 150.

Константинов А.В., Фуряев В.В. Пожароустойчивость сосняков Низменного Заволжья // Лесное хозяйство. 2004. № 6. С. 29 – 31.

Куприянов Н.В., Веретенников С.С., Шишов В.В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области. Н. Новгород: Волго-Вятское кн. изд-во, 1995. 350 с.

ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ ПОЛЕСИЙ

- Курбатский Н.П., Валендик Э.Н.* Еще раз к опыту прошлого // Лесное хозяйство. 1974. № 3. С. 56 – 60.
- Мелехов И.С.* Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Гос. лесотехн. изд-во, 1948. 126 с.
- Одум Ю.* Экология: В 2 т. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
- Отчёт по ревизии хозяйства Лыковской дачи Лыковского лесничества, хозяйственная часть «В» Семёновского уезда Нижегородской губернии, т. 4. 1899. ГАНО. Ф. 55. Оп. 209.
- Разумовский С.М.* Избранные труды: Сб. науч. ст. / Сост. К.В. Киселева, О.Г. Чертов, Е.М. Веселова. М.: КМК Scientific Press, 1999. 560 с.
- Санников С.Н.* Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- Шейнгауз А.С., Швейко С.В.* Динамика нарушенности лесного покрова юга Дальнего Востока // Лесоведение. 2001. № 2. С. 3 – 8.
- Ярошенко А.Ю.* Европейская тайга на грани тысячелетий. М.: Гринпис России, 1999. 66 с.
- Dale V.H., Joyce L.A., McNulty S., Neilson R.P., Ayres M.P., Flannigan M.D., Hanson P.J., Irland L.C., Lugo A.E., Peterson C.J., Simberloff D., Swanson F.J., Stocks B.J., Wotton B.M.* Climate change and forest disturbances // BioScience. 2001. Vol. 51, № 9. P. 723 – 734.
- Fall J.G.* Reconstructing the historical frequency of fire: a modeling approach to developing and testing methods // Research project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of natural resources management / Simon Fraser University. Burnaby, 1998. 102 p.
- Meffe G.K., Carroll C.R.* Principles of conservation biology. N.Y.: Sinauer Associates Inc. Publ., 1997. 729 p.